

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та
медицини**

**Кваліфікаційна робота
магістра**

на тему: ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ
ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Виконала : студентка II курсу, групи 8.0910-б-з

спеціальності 091 «Біологія»

освітньої програми Біологія

К. В. Сухова

Керівник доцент, к.б.н. Задорожня В. Ю.

Рецензент доцент, к.б.н. Новосад Н. В.

Запоріжжя – 2021 року

**МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Біологічний факультет

Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та
медицини

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 091 Біологія

Освітня програма Біологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Бовт В. Д.

« » 20 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Суховій Катерині Володимирівні

1. Тема роботи Функціональний стан серцево-судинної системи дітей
шкільного віку

керівник роботи Задорожня Вікторія Юліївна, к. б. н., доцент

затверджені наказом ЗНУ « 7 » липня 2021 р. № 1035-с

2. Строк подання студентом роботи листопад 2021

3. Вихідні дані до роботи курсорова робота на тему: «Дослідження
функціонального стану серцево-судинної системи учнів шкільного віку»,
літературний огляд за обраним напрямком дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): 1. Проаналізувати динаміку артеріального тиску, частоти серцевих
скорочень, ударного та хвилинного об'єму крові у дітей 1 і 5 класів в різні
періоди навчального року протягом тижня; 2. Дослідити відмінності показників
артеріального тиску та частоти серцевих скорочень за статтю та віком; 3.
Оцінити адаптаційні резерви серцево-судинної системи школярів 1 і 5 класів за
допомогою індексу функціональних змін; 4. Визначити вегетативний індекс
дітей для з'ясування впливу симпатичних або парасимпатичних нервів в
регуляції серцево-судинної системи; 5. Дослідити вікові зміни функціональних
особливостей серцево-судинної системи за допомогою різних інтегральних
показників у дітей, що навчаються за стандартною і експериментальною
програмами.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
4 рисунки, 18 таблиць

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Амінов Р. Ф., к.б.н., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пошук, поповнення та аналіз літературних джерел за темою роботи	жовтень 2020	Виконано
2	Оформлення огляду літератури	листопад 2020	Виконано
3	Оформлення розділу «Матеріали та методи дослідження»	січень 2021	Виконано
4	Формування бази даних експериментальної частини	вересень - квітень 2020 - 2021	Виконано
5	Статистичний аналіз експериментальних даних	вересень, жовтень 2021	Виконано
6	Формування експериментальної частини, оформлення кваліфікаційної роботи	листопад 2021	Виконано
7	Оформлення матеріалів до захисту, попередній захист кваліфікаційної роботи	грудень 2021	Виконано

Студент _____ Сухова К. В.

Керівник роботи _____ Задорожня В. Ю.

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Амінов Р. Ф.

РЕФЕРАТ

У роботі 91 сторінка, 18 таблиць та 4 рисунки. Перелік посилань включає 115 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – серцево-судинна система дітей.

Предмет дослідження – функціональний стан серцево-судинної системи дітей шкільного віку під час навчальної діяльності.

Метою роботи було дослідити функціональний стан показників серцево-судинної системи дітей 1-х та 5-х класів під час навчальної діяльності в школі.

Методи досліджень: фізіологічні (реєстрація показників гемо- та кардіодинаміки), інтегральні (вегетативний індекс Кердо, індекс функціональних змін, індекс Робінсона, індекс маси тіла) та статистичні.

Було проаналізовано динаміку артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, ударного та хвилинного об'єму крові у дітей 1 і 5 класів в різні періоди навчального року протягом тижня. Досліджено відмінності показників артеріального тиску та частоти серцевих скорочень за статтю та віком. Визначено вегетативний індекс дітей. Оцінені адаптаційні резерви серцево-судинної системи школярів 1 і 5 класів за допомогою індексу функціональних змін. Досліджено вікові зміни функціональних особливостей серцево-судинної системи за допомогою різних інтегральних показників у дітей, що навчаються за стандартною і експериментальною програмами.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше було проведено комплексну оцінку особливостей функціональних показників серцево-судинної системи в залежності від віку, періоду навчального року та рівня навчального навантаження.

Практичне значення: отримані результати можуть бути використанні при викладанні дисциплін фізіологічного профілю у навчальних закладах.

АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК, СЕРЦЕВО-СУДИННА СИСТЕМА, ДІТИ, ЧАСТОТА СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ, НАВЧАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ

ABSTRACT

The thesis includes 91 pages, 18 tables and 4 drawings. The list of references includes 115 literary sources.

The object of study is the cardiovascular system of children.

The subject of study is the functional state of the cardiovascular system of school-age children during educational activities.

The objective of the study was to investigate the functional state of the cardiovascular system of children of 1st and 5th grades during educational activities at school.

Research methods: physiological (the recording hemo- and cardiodynamics indicators), integral (vegetal Kerdo index, functional changes index, Robinson's index, body mass index) and statistical ones.

The dynamics of blood pressure, heart rate, stroke and minute blood volume in children of 1st and 5th grades at different periods of the school year during the week were analyzed. Differences in blood pressure and heart rate by sex and age were studied. The vegetative index of children was defined. The adaptive reserves of the cardiovascular system of 1st and 5th grade students were estimated using the index of functional changes. Age-related changes in the functional features of the cardiovascular system with the help of various integrated indicators in children studying according to standard and experimental programs have been studied.

The novelty of the work lies in the fact that for the first time a comprehensive assessment of the features of the cardiovascular system indicators was carried out depending on the age, period of the school year and the level of academic load.

Practical significance: the obtained results can be used in the teaching of physiological disciplines in educational institutions.

ARTERIAL PRESSURE, CARDIOVASCULAR SYSTEM, CHILDREN, CARDIAC RATE, STUDY LOAD

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП	9
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1 Серцево-судинна система і її роль в адаптації.....	12
1.2 Вікові зміни пульсу, як основного показника кардіодинаміки	17
1.3 Особливості гемодинаміки серцево-судинної системи школярів різного віку.....	20
1.4 Обґрунтування необхідності досліджень резервів серцево-судинної системи як основи здоров'я учнів	28
1.5 Вплив шкільного навантаження на серцево-судинну систему учнів	32
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	36
2.1 Організація і схема дослідження	36
2.2 Методи вимірювання гемо- та кардіопоказників.....	37
2.3 Методика визначення індексу функціональних змін.....	40
2.4 Методика визначення вегетативного індексу Кердо.....	42
2.5 Методика визначення індексу маси тіла.....	43
2.6 Методика обчислення індексу Робінсона.....	44
2.7 Методика статистичної обробки даних	45
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	48
3.1 Динаміка функціонального стану серцево-судинної системи у дітей 1 класу в різні періоди навчального року	48
3.2 Динаміка функціонального стану серцево-судинної системи у дітей 5 класу в різні періоди навчального року	52
3.3 Порівняльна характеристика артеріального тиску і частоти серцевих скорочень за статтю та віком в різні періоди навчального року	56

3.4	Визначення індексу функціональних змін дітей 1 та 5 класів	60
3.5	Визначення вегетативного індексу в учнів	63
3.6	Зміни функціональних особливостей серцево-судинної системи дітей з різним рівнем навчального навантаження	66
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	71
	ВИСНОВКИ.....	79
	ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	80
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АТ – артеріальний тиск;
АТд – діастолічний тиск;
АТп – пульсовий тиск;
АТс – систолічний тиск;
ЧСС – частота серцевих скорочень;
ССС – серцево-судинна система;
ВІК – вегетативний індекс Кердо;
ІФЗ – індекс функціональних змін;
ІМТ – індекс маси тіла;
ІР – індекс Робінсона;
УОК – ударний об'єм крові;
ХОК – хвилинний об'єм крові;
ППО – питомий периферійний опір;
ЗПО – загальний периферійний опір;
Д – дівчата;
Х – хлопчики;
Е – експериментальна група;
К – контрольна група;
ум. од. – умовні одиниці

ВСТУП

Предмет сучасної фізіології полягає у вивченні специфічних функцій клітин, органів і систем координації цих функцій в цілому організмі, яка забезпечує досконале пристосування людини до навколишнього середовища. Саме під цим кутом зору Клод Бернар свого часу окреслив пристосування – адаптацію – як підсумкову проблему фізіології. Протягом останнього часу ця фундаментальна проблема набула істотне практичне значення [1, 2].

Дослідження в області фізіології тісно пов'язані з проблемами адаптації організму як в екстремальних умовах, так і під впливом факторів, що впливають у сфері звичної діяльності.

Особливий інтерес і практичне значення представляє проблема адаптації організму в рамках фізіологічних резервів дитини, яка росте та розвивається [1, 2].

У зв'язку з тим, що дитина в природних умовах і особливо в процесі навчання має справу з широким спектром розумових і м'язових навантажень, які використовуються для розвитку у неї певних якостей і навиків, фахівцями в області фізіології, лікарського контролю, практиками фізичного виховання і трудового навчання важливо знати, як дитячий організм адаптується до різних навантажень, які функціональні зрушення при цьому, їх оптимальні межі та можливості на різних етапах онтогенезу [3].

Хоча навчальні і фізичні навантаження, а також умови, в яких проходить навчання в школі, далекі від екстремальних, є всі підстави стверджувати, що адаптаційний процес у школярів протікає на всіх рівнях функціонування організму – від субклітинно – молекулярного до цілісного.

Актуальним завданням фізіології є вивчення функціональних можливостей серцево-судинної системи (ССС) дітей різного віку в умовах навчальної діяльності. Зміни функціонального стану ССС дитини в процесі навчання в школі складаються з вікових та адаптаційних особливостей. Дослідження вікових особливостей ССС організму дитини і її функціональних

можливостей на різних етапах онтогенезу визначає необхідність розробки теоретично обґрунтованих методів охорони здоров'я, навчання і виховання, які базуються на знанні закономірностей фізіологічного розвитку організму дитини [4].

Серед фахівців в області вікової фізіології немає єдиної думки з приводу впливу навчальної діяльності на основні показники системи кровообігу. Тим часом, судинна дисфункція зустрічається достатньо часто саме у дітей і підлітків, так як в ці вікові періоди ССС особливо чутлива до впливу несприятливих факторів і потребує оптимального режиму розумової і фізичної діяльності [5].

У проблемі оцінки адаптації триває дискусія про використання найбільш інформативних показників [6, 7]. Р. М. Баєвський і А. П. Берсенєва [7] запропонували фізіологічний показник – адаптаційний потенціал ССС як інтегральний показник рівня адаптивності організму людини в цілому або індекс функціональних змін (ІФЗ). Застосування даного показника, як підкреслюють М. В. Антропова, Г. В. Бородкіна, Л. М. Кузнецова і ін. [6], можливо і при дослідженні функціонального стану організму дітей в умовах різнорівневого навчального навантаження. У той же час цими ж авторами наводяться обґрунтування того, що шкала рівнів адаптаційного потенціалу ССС та ІФЗ, розроблена для дорослого населення, автоматично не може бути перенесена на дітей. Використання даного інтегрального показника поряд з іншими інтегральними показниками: індексом Робінсона (ІР), вегетативним індексом Кердо (ВІК), індексом маси тіла (ІМТ), все це підвищує інформаційну об'єктивність вивчення впливу шкільних факторів на організм дітей.

Навчання в школі є тривалим діючим фактором, який накладає відбиток на функціональні системи організму дітей, серед яких головною адаптивною системою, що лімітує розумову та фізичну працездатність, є ССС. Тому дослідження функціонального стану ССС дітей шкільного віку є достатньо актуальним.

Викладене визначило мету дослідження: дослідити функціональний стан

ССС дітей 1-х та 5-х класів під час навчальної діяльності в школі.

Відповідно до мети дослідження були поставлені такі завдання:

- проаналізувати динаміку артеріального тиску (АТ), частоти серцевих скорочень (ЧСС), ударного та хвилинного об'єму крові (УОК та ХОК) у дітей 1 і 5 класів в різні періоди навчального року протягом тижня;
- дослідити відмінності показників АТ та ЧСС за статтю та віком;
- оцінити адаптаційні резерви ССС школярів 1 і 5 класів за допомогою ІФЗ;
- визначити ВІК дітей для з'ясування впливу симпатичних або парасимпатичних нервів в регуляції ССС;
- дослідити вікові зміни функціональних особливостей ССС за допомогою різних інтегральних показників (за якісними градаціями) у дітей, що навчаються за стандартною і експериментальною програмами.

Об'єкт дослідження – ССС дітей.

Предмет дослідження – функціональний стан ССС дітей шкільного віку під час навчальної діяльності.

Методи досліджень: фізіологічні (реєстрація показників гемо- та кардіодинаміки), інтегральні (ВІК, ІФЗ, ІР, ІМТ) та статистичні.

Теоретичне значення роботи: результати роботи розширюють дані з приводу функціональних зрушень показників ССС дітей під час навчальної діяльності в школі.

Практичне значення: отримані результати можуть бути використанні при викладанні дисциплін фізіологічного профілю у навчальних закладах.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше було проведено комплексну оцінку особливостей функціональних показників ССС в залежності від віку, періоду навчального року та рівня навчального навантаження.

1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Серцево-судинна система і її роль в адаптації

Важливе місце в адаптації, особливо до фізичних і психоемоційних навантажень, має стан ССС. Крім того, від стану даної системи багато в чому залежить становлення інших систем, оскільки, беручи участь в процесах розгортання і реалізації генетичної програми, система кровообігу визначає розвиток інших систем організму, що росте.

Провідну роль в забезпеченні процесів адаптації відіграє ССС. Ця роль визначається, перш за все, її функціями:

- 1) транспорт поживних речовин, кисню і вуглекислого газу по організму, що лежить в основі забезпечення клітин і тканин джерелами енергії;
- 2) забезпечення цілісності реагування всього організму по каналах гуморального зв'язку.

Енергетичний механізм займає головне місце в процесах адаптації. Саме дефіцит енергії є сигналом, що запускає весь ланцюг регуляторних пристосувань, які формують необхідний адаптаційний потенціал системи кровообігу на новому рівні. А підтримка досягнутого рівня функціонування системи кровообігу здійснюється за рахунок певної напруги регуляторних механізмів [8].

Не менш значущий і гуморальний механізм регуляції функцій, що забезпечують не тільки цілісність реагування організму, але стійке підтримання адекватного умовам навколишнього середовища функціонального стану. З огляду на це вивчення онтогенезу кровоносної системи є необхідною передумовою до аналізу постнатальних станів [9].

Адаптація ССС до умов середовища завершується певним результатом. Якщо фактор, що впливає малий по силі або його дія була недовгою, то при відносно невеликій напрузі механізмів регуляції, серце і судини зберігають задовільний рівень адаптації. Якщо впливи надзвичайно сильні або тривалі, то

виникає виражена напруга регуляторних систем, яка потрібна для мобілізації функціональних резервів ССС і активації відповідних захисних пристосувань, що забезпечують необхідний адаптаційний ефект [11]. Перенапружені системи регуляції можуть привести до зриву адаптації з неадекватною зміною рівня функціонування серця і судин, до порушення гомеостазу з появою патологічних синдромів та захворювань. Оптимальна лише така форма адаптації, яка відкриває можливість тривалого пристосування до наростаючого навантаження і яка знижує можливість зриву адаптації. Адаптація до екстремальних умов не безмежна і може призвести до виснаження функціональної системи, що домінує в адаптивній реакції, і як наслідок – до детренованості – зниження структурного та функціонального резерву організму [11].

ССС являє собою сукупність органів, які забезпечують постачання крові до периферичних органів. Завдяки кровообігу досягається інтеграція різних функцій організму і його участь в адаптивних реакціях при зміні навколишнього середовища. ССС є провідною ланкою в складній системі транспорту кисню від легень до працюючих органів. Організм здатний тривало виконувати роботу саме завдяки інтенсифікації кровообігу. Разом з тим, необхідно враховувати, що система кровообігу лімітує кисневий режим організму при інтенсивній роботі. Збільшення споживання кисню обмежується, у першу чергу, неможливістю подальшого підвищення ХОК, тоді як механізми зовнішнього і внутрішнього дихання виявляються використаними ще не до кінця [11].

Онтогенез людини характеризується процесами інтенсивних морфофункціональних перебудов як організму в цілому, так і окремих фізіологічних систем. Якісні морфофункціональні зміни окремих систем організму відбуваються в різні вікові періоди, що визначає виборче підвищення чутливості на певних етапах онтогенезу окремих фізіологічних функцій.

Сенситивні періоди в розвитку фізіологічних систем проявляються в моменти, коли всередині самої системи відбувається неузгодженість між морфологічним і функціональним дозріванням її окремих ланок, що супроводжується значними перебудовами регуляції [4, 12]. Вважається

доведеним, що перший рік є сенситивним в житті дитини, проте суттєві якісні морфофункціональні перетворення спостерігаються протягом усього висхідного онтогенезу.

У розвитку ССС людини виділяються етапи, найбільш інтенсивних перетворень центральної і периферичної ланок, а також істотних змін у регуляції діяльності серця і судин. Процес вікового розвитку системи кровообігу характеризується випереджаючими морфологічними перебудовами серця, великих судин і мікроциркуляції, що спостерігаються перед етапами інтенсивного розвитку організму дітей: ростоваговими стрибками, періодом статевого дозрівання [12].

Ріст і розвиток здорових дітей супроводжується закономірним і прогресивним збільшенням порожнин серця, товщини і маси міокарда, діаметра кореня аорти, наростанням амплітудних характеристик руху міокардіальних і клапанних структур, що забезпечує вікову стабільність індексів скорочувальної функції міокарда. Всі структурні елементи серця і судин у дітей, а також механізми, що регулюють діяльність ССС, знаходяться в процесі дозрівання і адаптації до умов життя дитини. Цим пояснюється значна мінливість показників функціонального стану ССС у дітей [4, 12].

У новонароджених дітей судини розподілені на поверхні серця рівномірно. З 15 років збільшується порожнеча судин в лівій половині серця. Вікові зміни йдуть також за рахунок зміни просвіту судин.

У період від 7 до 12 років ріст серця уповільнений і відстає від зростання тіла. У цей час особливо важливий уважний лікарський контроль за розвитком школярів, спрямований до того, щоб попередити перевантаження серця (важка фізична робота, надмірне збільшення занять спортом і т.д.). У період статевого дозрівання серце знову посилено зростає [13].

Розрізняють три періоди, коли ріст серця відбувається з максимальною швидкістю: від народження до 2 років, від 12 до 14 років і від 17 до 20 років. Розвиток жирової і м'язової тканини серця стає більш інтенсивним в період статевого дозрівання, який характеризується більш енергійним ростом серця. За

даними А. А. Андросенко, обсяг м'язового шару, відповідний у новонароджених 22,3 см збільшується до 7 років в 5 разів, до 14 років – в 6 разів. При цьому загальна вага серця збільшується в 3 рази до 2 - 3 років, в 4 рази – в 5 років, в 11 разів – в 6 років. Вага серця більш у хлопчиків до 11 років, в 13 - 14 років більш у дівчаток, а в 16 років знову вага серця хлопчиків стає більше ніж у дівчаток. М'язовий шар лівого шлуночка зростає швидше до кінця другого року життя та вдвічі перевершує вагу правого шлуночка. У 16 років співвідношення між лівим і правим шлуночком 2 : 1. На думку Р. А. Калюжної [14], збільшення обсягу серця в пубертатний період йде паралельно наростанню його ваги. Між передсердями і шлуночками співвідношення до року 4 : 5,11, а в наступні роки – 6 : 1. У хлопчиків довжина серця подвоюється в порівнянні з новонародженими до 6 років, ширина до 9, а товщина до 13 років. У дівчаток відповідно до 6, 11, 10 років. Збільшення окружності посилено відбувається на 1 році і в 13 - 17 років. Площа серця у підлітків 13 - 17 років коливається від 105,8 до 143,7 см – у хлопчиків та від 100,8 до 118,0 см² у дівчаток, а обсяг серця від 443 ± 9,2 до 700 ± 28 см³ у хлопчиків і від 451 ± 11,3 до 572 ± 21,2 см³ у дівчаток [14].

Розвиток кровоносних судин в організмі підлітків в першу чергу характеризується збільшенням їх кола [15]. Однак, слід зазначити, що відносно стабільні відносини між зростаючим серцем і просвітом судин зберігаються до 11 - 12 років. У період статевого дозрівання м'яз серця починає посилено рости, а діаметр судин збільшується відносно повільно. Ці зміни обумовлюють підвищення кров'яного тиску у дітей в цьому віці. Зміна гемодинаміки особливо різко виражена у дівчаток у зв'язку з тим, що збільшення маси серця у них починається раніше і швидше закінчується [17].

Ряд авторів відзначають, що в постнатальному онтогенезі людини дуже важливим є період статевого дозрівання. За даними В. Ф. Шемітова, в цей період на тлі ослаблення генетичного контролю, посилюються зовнішні впливи на розвиток організму, що робить різні профілактичні заходи в цьому віці особливо ефективними. В межах пубертатного періоду в розвитку окремих

систем організму існують сенситивні фази, але є фази підвищеної чутливості. Знання цих фаз необхідно для профілактики пубертатних дисфункцій [16, 18].

Д. А. Фарбер зазначає, що своєрідність підліткового етапу онтогенезу полягає в тому, що вдосконалення всіх фізіологічних систем організму протікає одночасно і взаємопов'язано з дозріванням репродуктивної функції та значними перебудовами, викликаними цим процесом. При цьому розвиток всіх систем організму висуває підвищені вимоги до ССС – як провідної систем життєзабезпечення. Саме діяльність ССС є одним з найважливіших факторів, що лімітують розвиток пристосувальних реакцій організму, що росте в процесі його адаптації до умов навчання і виховання [18].

Р. М. Баєвський [19] вважає, що під функціональними резервами слід розуміти інформаційні, енергетичні та метаболічні ресурси організму, що забезпечують його конкретні адаптаційні можливості. Для того, щоб мобілізувати ці ресурси при зміні умов навколишнього середовища, потрібна певна напруга регуляторних систем. І саме ступінь напруги регуляторних систем, необхідна для збереження гомеостазу, що визначає поточний функціональний стан людини, рівень її адаптаційних можливостей [19].

Адаптаційні можливості ССС – показник рівня здоров'я. Поняття адаптаційних можливостей ССС включає два аспекти: діагностичний та прогностичний. Перший відбиває поточний стан організму, запас його функціональних резервів та відповідної їм напруги регуляторних систем. Другий характеризує потенційну можливість організму до виконання тієї чи іншої діяльності [19].

До головних показників функціонального стану ССС, які визначають розвиток адаптації цілого організму, відносяться ЧСС, СОК та ХОК, всі види АТ (систоличний (АТ max), діастолічний (АТ min), та пульсовий (ПТ)). Ці показники традиційно використовуються і як вегетативні кореляти психоемоційного стресу [18].

Система кровообігу є індикатором адаптаційних можливостей цілісного організму [19]. Це обумовлено провідною роллю системи кровообігу в

приспосувальних реакціях організму, яка, як уже говорилося, зводиться до забезпечення необхідного рівня енергетичних і метаболічних процесів, підтримці функціонального стану організму у відповідність до вимог навколишнього середовища. Сказане, в свою чергу, визначає необхідність використовувати аналіз найбільш доступного показника системи кровообігу – ритму серця [19].

Лабільним показником функціонального стану ССС є ЧСС. Вона змінюється як в процесі росту, так і під впливом внутрішніх і зовнішніх подразників. У процесі вікового розвитку відбувається зменшення ЧСС, яка в підлітковому періоді наближається до величини, яка визначається у дорослих [13].

Вивчення ССС дозволяє з високим ступенем вірогідності характеризувати адаптаційні можливості організму. Р. М. Баєвським запропонована концепція про ССС як показник адаптаційної діяльності організму. Тому вивчення показників кровообігу на практиці часто використовують для оцінки функціонального стану всього організму [19].

1.2 Вікові зміни пульсу, як основного показника кардіодинаміки

Виходячи з концепції про ССС як індикатора адаптаційно-приспосувальної діяльності цілісного організму, слід перш за все звернутися до аналізу ЧСС – універсальної реакції організму у відповідь на будь-яке навантаження [20, 21].

За сучасними уявленнями ЧСС є інформативним показником і її дослідження можуть дати цінні відомості про стан регуляторних систем організму [22].

Показники ЧСС, також як і АТ в стані відносного спокою з віком змінюються [23]. ЧСС зазвичай вимірюється по пульсу, оскільки кожен викид

крові в судини призводить до зміни їх кровонаповнення, розтягування судинної стінки, що відчувається у вигляді поштовху [24].

Добре відомим фактом у віковій кардіології є неухильне зменшення пульсу з віком, як результату зміни лабільності синусового вузла і становлення більш досконалих форм нейрогуморальної регуляції серця і перш за все посилення тонічних впливів блукаючого нерва [25, 26].

У перші роки життя пульс ще не стійкий, не завжди ритмічний і таким зберігається до 6 - 7 років. Починаючи з 7 - 8 років пульс стає ритмічним, стійким, правильним. Ця особливість діяльності серця пояснюється тим, що до цього віку в основному завершується розвиток нервового регуляторного механізму серцевих скорочень [27]. У хлопчиків і дівчаток в стані спокою у віці 7 - 12 років пульс не має тенденції до зменшення. Більш того, у дівчаток у віці 10 - 11 років пульс частішає. І тільки з 13-річного віку починається процес прогресуючого зменшення пульсу [28].

У нормі у дорослої людини ЧСС 75 ударів за хвилину. У новонароджених значно вище – 140 ударів за хвилину. Інтенсивно знижуючись протягом перших років життя, ЧСС становить до 8 - 10 років 90 - 85 ударів за хвилину, а до 15 років наближається до величини дорослого [20].

Середні величини частоти пульсу мають тенденцію до зменшення з віком і коливаються у хлопчиків від 92 ударів за хвилину в 7 років до 75 ударів за хвилину в 17 років; у дівчаток відповідно з 92 до 79 ударів за хвилину. У всіх вікових групах частота пульсу у дівчаток більше, ніж у хлопчиків [29]. Аксянова Е. А., Сирцова М. А. в 5, 6 і 7 - річному віці реєстрували ЧСС відповідно в межах 86 - 108, 84 - 100 і 80 - 100 за хвилину [20].

За даними Д. А. Фарбер ЧСС у дітей у віці 7 років 91,2 уд / хв, 10 років - 78,7 уд / хв [30, 31].

У дітей ЧСС вище, ніж у дорослих, що зумовлено більш високим обміном речовин і переважанням тону симпатичних нервів. Велика ЧСС у дітей має важливе значення для забезпечення ХОК, тобто кількості крові, що викидається серцем за одну хвилину (табл. 1.1) [32]. УОК або СОК у дітей невеликий, і

забезпечення необхідного притоку крові до органів і тканин досягається прискореною діяльністю серця [31]. Ріст і розвиток дітей супроводжується адекватним реформуванням системної гемодинаміки, що характеризується закономірним збільшенням хвилиного обсягу за рахунок переважного зростання УОК і швидкості серцевого викиду [33].

Таблиця 1.1 – Середні показники частоти пульсу у дітей шкільного віку, уд. / хв [32]

Стать	Вік, роки											
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Хлопчики	85,8	82,8	80,2	76,1	74,8	72,6	73,1	72,5	72,1	70,4	68,1	62,3
Дівчата	86,6	84,7	82,5	79,2	78,5	75,5	76,1	74,2	75,2	74,8	72,8	70,3

У зв'язку з великою ЧСС у дітей тривалість всього циклу скорочень значно менше, ніж у дорослих. Якщо у дорослого вона становить 0,8 сек, то у плода – 0,46 сек, у новонародженої дитини – 0,4 - 0,5 сек [35], у 6 - 7 - річних дітей тривалість серцевого циклу дорівнює 0,63 сек, у дітей 12 - річного віку – 0,75 сек, тобто його величина майже така ж, як і у дорослих [36].

Відповідно до зміни тривалості циклу серцевих скорочень змінюється і тривалість його окремих фаз. До кінця вагітності у плода тривалість систоли шлуночків становить 0,3 - 0,5 сек, а діастоли – 0,15 - 0,24 сек. Фаза напруги шлуночків у новонародженого триває – 0,068 сек, а у грудних дітей – 0,063 сек. Фаза вигнання у новонароджених здійснюється за – 0,188 сек, а у грудних дітей – за 0,206 сек. Зміни тривалості серцевого циклу і його фаз в інших вікових групах показані в табл. 1.2 [36].

Таблиця 1.2 – Тривалість окремих фаз серцевого циклу (в сек) у дітей різних вікових груп (по Б. Л. Комарову) [36]

Фази серцевого циклу	Вікові групи		
	8 - 11 років	12 - 15 років	20 - 60 років
Систола шлуночків	0,275	0,281	0,301
Систола передсердь	0,089	0,090	0,078
Діастола шлуночків	0,495	0,545	0,579
Загальна тривалість циклу	0,771	0,826	0,880

Таким чином, зменшення ЧСС з віком зумовлено головним чином подовженням діастоли шлуночків. Це дозволяє зростаючим шлуночкам наповнюватися великою кількістю крові. При інтенсивному м'язовому навантаженні фази серцевого циклу коротшають. Особливо різко зменшується тривалість фази напруги і фази вигнання на початку роботи. Через деякий час їх тривалість декілька збільшується і стає стабільною до кінця роботи [36].

1.3 Особливості гемодинаміки серцево-судинної системи школярів різного віку

Основним показником центральної гемодинаміки, що визначає стан системи кровообігу, є АТ, рівень якого визначається серцевим викидом і системним судинним опором. В здоровому організмі встановлюються певні взаємовідносини між ними, спрямовані перш за все на підтримку АТ – параметра, що визначає ефективність тканинного кровотоку. У процесі росту і розвитку людини показники центральної гемодинаміки змінюються, причому в період статевого дозрівання можливі відхилення від оптимальних

співвідношень між ними [4].

АТ у дітей тим нижче, чим молодша дитина. У новонародженої дитини систолічний тиск становить в середньому близько 70 мм рт. ст., до року він збільшується до 90 мм рт. ст. Зростання тиску відбувається більш інтенсивно в перші 2 - 3 роки життя і в пубертатному періоді. Підвищення тиску з віком йде паралельно зростанню швидкості поширення пульсової хвилі по судинах м'язового типу і пов'язане з підвищенням їх тону. Сума частоти пульсу і величини систолічного АТ в усі періоди дитинства дорівнює приблизно 200 [37].

У дітей першого року життя тиск можна розрахувати за формулою: $76 + 2n$, де 76 – максимальний тиск у новонародженого; n – число місяців життя.

У дітей старше року орієнтовно максимальний АТ визначається за формулою І. М. Воронцова: $90 + 2n$, де n – вік дитини в роках.

У дітей молодшого шкільного віку (7 - 11 років) збільшення обсягу серця в порівнянні з сумарним просвітом судин сповільнюється, а просвіт артерій і капілярів більше, ніж у дорослих. Цим пояснюється низький АТ. Обсяг крові, що викидається в судинне русло при кожному скороченні серця (УОК), невеликий – 23 мл. Тому для забезпечення організму потрібною кількістю кисню, який доставляється м'язам і іншим органам кров'ю, серце дитини за хвилину має скорочуватися частіше, ніж серце дорослого. Протягом цього періоду мікроустрій міокарда і нервової системи завершується, і вони по структурі нагадують серце дорослої людини [36].

При виконанні фізичного навантаження УОК збільшується мало, так як обсяг серця невеликий і сила скорочення серцевого м'яза невелика. По відношенню до стану спокою ХОК (УОК, помножений на ЧСС за 1 хвилину) у дітей 7 - 10 років може підвищуватися в 4 - 5 разів за рахунок збільшення ЧСС. Максимальна частота пульсу при напруженій м'язовій роботі може досягати 220 уд. / хв. АТ високих величин не досягає, так як у дітей цього віку невеликий обсяг серця, слабкий серцевий м'яз і широкий просвіт судин [36].

Фізичне навантаження викликає велике напруження діяльності серцево-

судинної і дихальної систем і неекономічні витрачання енергетичних ресурсів. Тому дітям цього віку рекомендуються фізичні навантаження помірної інтенсивності, а до виконання інтенсивної короткочасної роботи слід ставитися з великою обережністю [36].

До 11 - 12 років вища нервова діяльність досягає високого ступеня розвитку, посилюється регулюючий контроль головного мозку за функціонуванням всього організму. Зростання серця дещо сповільнюється. У стані спокою за одне скорочення воно викидає в середньому 31 мл крові, тобто тільки половину УОК дорослих людей. Величина ХОК в цьому віці становить 2650 мл / хв (у дорослих - 4000 мл / хв). Але ЧСС в спокої у дітей вище. Це пов'язується з більш швидкою скоротливістю серцевого м'яза і підвищеною потребою тканин зростаючого організму в кисні. У цьому віці частота пульсу в спокої досягає 38 - 90 уд. / хв [37].

Підвищений АТ у дітей буває рідше, ніж знижений. Проте, гіпертонія може перерости в повноцінне захворювання – артеріальну гіпертензію. У юнацькому віці серце росте швидко, збільшується систолічний об'єм крові. Незважаючи на зниження ЧСС у підлітків до рівня дорослих, об'ємна швидкість кровотоку в цей період зростає, забезпечуючи достатнє кровопостачання органів і тканин. Збільшення об'ємного кровотоку при несформованій регуляції кровообігу часто призводить до вегетосудинної дистонії, підліткової гіпертензії [38].

Це проявляється головними болями, постійною червоністю особи, зрідка нудотою. В такому стані звужені судини не здатні живити кров'ю тканини і органи, і серце працює в посиленому режимі. Високий тиск у дітей буває: при схильності до ожиріння; в стресових ситуаціях (контрольні в школі, переживання); через гормональну перебудову організму; при надмірних навантаженнях [38].

Гіпотонія – зниження АТ теж спостерігається у підлітків. Це може супроводжуватися запамороченнями, млявістю, сонливістю, пітливістю. Стомлюваність і болі в області серця після фізкультури також бувають ознаками

гіпотонії. Причинами цього можуть бути: гормональні збої, пов'язані із щитовидною залозою; часті інфекційні захворювання; недолік фізкультури в житті дитини [38].

Мінімальний АТ становить $1/2 - 2/3$ максимального [37]. Точно нормальних показників не існує, адже всі параметри дитини індивідуальні. Тому лікарі користуються верхніми і нижніми допустимими межами (табл. 1.3)

Таблиця 1.3 – Межі коливань АТ у дітей шкільного віку (максимальне / мінімальне, мм рт. ст.) [37]

Стать	Вік, роки													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Хлопці	80-95	85-100	89-104	90-106	92-110	93-113	93-113	91-111	96-116	95-117	99-122	101-125	104-128	103-123
	46-56	44-59	46-61	47-67	48-70	49-72	50-73	48-68	50-68	53-73	54-75	57-75	61-78	64-80
Дівчата	80-94	84-101	85-104	85-105	90-110	92-112	92-114	95-111	93-117	96-120	99-125	101-123	104-124	103-123
	42-54	44-59	47-59	47-69	50-71	49-73	49-72	51-71	52-73	52-72	56-76	56-76	63-81	63-79

Кров'яний тиск у дітей набагато нижче, ніж у дорослих: систолічний тиск у 6-річної дитини в нормі не перевищує 95 - 105 мм рт.ст. Це пояснюється двома причинами:

- перша — розміри тіла дітей значно менше, отже, маса стовпа крові, тиск якої має долати серце, приблизно в 2 рази нижче;
- друга — периферичний опір току крові у дітей значно нижче через специфічні особливості судинних реакцій: тонус судин у дітей більш постійний і не може так ефективно регулюватися як у дорослих [30].

До 5 років АТ у хлопчиків і дівчаток майже однаковий, в цьому віці не виявляються достовірні статеві відмінності в показниках гемодинаміки [20].

Помітне наростання показників АТ спостерігається у віці 5 - 7 років, що, очевидно, пов'язано з першим ростовим зрушенням і свідчить про наявність функціональної перебудови ССС дитини в цей період [39].

В цілому дошкільний вік є напруженим періодом у розвитку ССС [20].

Р. А. Калюжна стверджує, що рівень АТ сучасних дітей і підлітків в середньому на 10 - 20 мм рт. ст. вище, ніж у їхніх однолітків 30 і 10 років тому. Зараз вже очевидно, що верхньою межею норми АТ для школярів молодших класів є рівень 110/60 мм рт.ст., а для 8 - 10 класів - 130 мм рт. ст. для систолічного і 70 - 75 мм рт. ст. для діастолічного тиску. Розумові та емоційні перевантаження сучасних школярів в поєднанні з малорухливим способом життя сприяють переходу фізіологічних тимчасових підвищень АТ в більш стабільні порушення регуляції судинного тонуусу [40].

Проведені комплексні дослідження функції міокарда, центральної гемодинаміки та периферичного кровообігу дозволили встановити етапи розвитку ССС у дітей та підлітків в процесі їх навчання і виховання в школі.

Перший етап відзначений у дітей у віці 8 - 9 років і характеризується значним наростанням показників центральної гемодинаміки. Другий етап характерний для дітей у віці від 11 - 12 до 14 - 15 років. У цей час відбувається відносна стабілізація зростання параметрів центральної гемодинаміки. Третій етап виявляється в учнів 14 - 15 років, триває до 17 років і характеризується тенденцією до досягнення дефінітивного рівня показників центральної гемодинаміки [4].

Аналіз вікових змін основних показників гемодинаміки показує, що всі вони в тій чи іншій мірі змінюються за час навчання в школі [4, 41].

У більшості досліджених вікових груп не виявлено статистично значущої різниці в рівні систолічного тиску у хлопчиків і дівчаток. Однак якщо в молодшому віці (7 - 9 років) систолічний тиск за середнім значенням майже

однаковий у хлопчиків і дівчаток, то з 10 до 14 років він вище у дівчаток, а в 15 - 17 років значно вище у хлопчиків [42].

Мінімальний АТ як у хлопчиків, так і у дівчаток також з віком збільшується (з 54,1 до 71,3 мм рт. ст. у хлопчиків і з 52,1 до 72 мм рт. ст. у дівчаток). Пульсовий тиск з віком теж збільшується (з 31,15 мм рт. ст. в 7 років до 43,3 мм рт. ст. в 17 років у хлопчиків і з 31,1 до 38,4 мм рт. ст. у дівчаток) [42].

Багато дослідників під фізіологічною нормою розуміють діапазон, в межах якого зберігається оптимальний рівень життєдіяльності та функціонування, визнаючи тим самим динамічність норми [30].

В даний час встановлено, що динаміка фізіологічних і біологічних констант у підлітків корелює зі ступенем фізичного і статевого розвитку, а також з розмірами і обсягом серця і масою тіла [12, 43].

У більшості досліджень виявлено зв'язок між АТ, зростанням і масою тіла [44, 45].

Виявлено чітку залежність коливань систолічного і хвилинного обсягу від ступеня фізичного розвитку. Найбільш високі показники зареєстровані у підлітків високого зросту. Максимальний і бічний тиск були вище у підлітків з вираженим ступенем акселерації, причому більш високі цифри спостерігалися у хлопчиків [21].

Дані, отримані К. Н. Іржанською, К. М. Ходак свідчать про те, що в кожній групі виявлені підлітки з відхиленнями АТ від норми, пов'язані з різною конфігурацією серця. У підлітків з гіпертрофованим серцем найчастіше виявляється підвищений, а серед підлітків з малим серцем, навпаки, знижений тиск [42, 43].

УОК, або СОК, і ХОК обсяги кровообігу є інтегральними і найбільш важливими показниками діяльності ССС. У міру зростання дитини закономірно наростає абсолютна величина СОК і ХОК (табл.1.4). При цьому СОК змінюється більшою мірою, ніж ХОК [48].

Таблиця 1.4 – Показники гемодинаміки у здорових дітей [48]

Стать	Вік	СОК, мл (систоличний об'єм крові)	ХОК, л/хв. (хвилиний об'єм крові)	ППО, умов.од (питомий периферійний опір)
Хлопчики	3	28,0 ± 5,90	2,71 ± 0,43	17,0 ± 8,43
Дівчата		25,0 ± 5,58	2,60 ± 0,64	19,0 ± 7,12
Хлопчики	4	32,8 ± 7,02	3,09 ± 0,56	16,7 ± 4,58
Дівчата		27,8 ± 4,82	2,74 ± 0,29	18,0 ± 3,26
Хлопчики	5	34,2 ± 6,34	3,10 ± 0,60	17,5 ± 4,05
Дівчата		32,9 ± 6,28	3,10 ± 0,68	17,5 ± 0,61
Хлопчики	6	34,4 ± 4,06	3,10 ± 0,67	20,5 ± 4,08
Дівчата		32,0 ± 6,30	2,80 ± 0,60	24,0 ± 9,06
Хлопчики	7 - 10	37,4 ± 8,70	2,04 ± 0,64	27,4 ± 7,20
Дівчата		35,1 ± 6,67	3,04 ± 0,69	30,8 ± 8,80
Хлопчики	11 - 13	57,0 ± 10,10	4,21 ± 0,83	25,4 ± 5,60
Дівчата		35,1 ± 8,97	3,04 ± 0,27	30,0 ± 8,0
Хлопчики	14 - 16	65,5 ± 8,00	4,51 ± 1,00	29,0 ± 6,60
Дівчата		55,5 ± 8,00	3,80 ± 0,54	31,0 ± 6,30

До 8 років ХОК збільшується і становить 2800 мл. Особливо інтенсивно він підвищується на початку періоду гормональної перебудови (12 - 14 років). При фізичних навантаженнях у підлітків цього віку він може доходити до 19 - 22 л. Середня ж інтенсивність кровотоку через тканини (ХОК на 1 кг маси тіла) продовжує зменшуватися, що відповідає зниженню інтенсивності обмінних процесів в організмі дітей. Однак даний показник залишається вищим, ніж у дорослих (в 5 років — 100 мл / кг, в 10 років — 83 мл / кг, в — 16 років — 80 - 90 мл / кг, у дорослих — 60 - 70 мл / кг). У цьому полягає великий біологічний сенс:

завдяки високому ХОК задовольняється висока потреба тканин організму, що росте в кисні і поживних речовинах. Цьому сприяє і відносно висока швидкість кровотоку через тканини у дітей, у зв'язку з чим час кругообігу крові, поступово збільшуючись з віком у дітей всіх вікових груп залишається меншим, ніж у дорослих [48].

Підвищення СОК з віком відбувається стрибкоподібно. У хлопчиків перший значний приріст його спостерігається в 4 роки, другий — в 11 років, у дівчаток — дещо пізніше (в 5 і 14 років). Найбільше зростання СОК виявляється в період статевого дозрівання. Величини СОК і ХОК залежать не тільки від віку. Так, найбільші показники їх відзначаються у дітей з високим фізичним розвитком. Є різниця в величинах СОК і ХОК в залежності від статі: у хлопчиків вони вище, ніж у дівчаток [48].

При фізичній роботі ХОК збільшується за рахунок УОК і почастішання серцебиття. Однак чим менша дитина, тим швидше під час фізичних навантажень величина СОК компенсується більшою частотою пульсу. Менші розміри серця і потужність серцевого м'яза не дозволяють СОК і ХОК зростати при напруженому фізичному навантаженні так, як у дорослих [46, 47].

Стан гемодинаміки оцінюється не тільки за рівнем СОК, але і по його співвідношенню з периферичним опором кровотоку. Зазвичай враховується загальний (ЗПО) і питомий периферичний опір (ППО). ЗПО в міру розвитку дитини знижується, величина його у дівчаток в усі вікові періоди вище, ніж у хлопчиків. На думку М. К. Осколкової, І. Н. Вульфсона (1978), ППО у дітей з віком підвищується. Визначення величини ППО у дітей має більш вагоме значення для оцінки гемодинаміки, ніж ЗПО, оскільки перша відображає не тільки співвідношення абсолютних показників гемодинаміки, а й фізичний розвиток дитини [48].

Таким чином, в процесі росту і розвитку дитини в ССС відбуваються істотні зміни. З віком збільшується СОК серця, зменшується ЧСС, підвищується ППО.

1.4. Обґрунтування необхідності досліджень резервів серцево-судинної системи як основи здоров'я учнів

У дослідженнях з вікової фізіології однією з головних виступає проблема адаптації дітей і підлітків до навчальних навантажень. Основними цілями вивчення даної проблеми є – встановлення фізіологічних механізмів адаптації та отримання можливості впливати на процес адаптації через педагогічні та гігієнічні заходи.

У зв'язку зі зміненими соціально-побутовими, психологічними, гігієнічними та екологічними умовами життя особлива увага повинна приділятися стану організму учнів молодшої та середньої школи, тобто з раннього дитинства. Відповідно до думки авторитетних авторів [49, 50, 51, 52], у підростаючого покоління в останні роки спостерігається збільшення частоти виникнення різних нозологічних станів, таких як ожиріння, плоскостопість, міопія, алергічні реакції, нервово-психічні розлади, захворювання ССС і т.д.

Відомо, що в адаптації людини до мінливих вимог умов навколишнього середовища і видам діяльності головну ланку складають: серце, стан центральної, регіональної та периферичної гемодинаміки, стан центральної нервової системи і вищої нервової діяльності [53].

У педагогічному середовищі, яке має справу з підростаючим поколінням, все більш посилюється розуміння певної відповідальності за фізичне, екологічне та соціальне благополуччя нових поколінь [52, 54]. Тому особливої актуальності отримує розробка і реалізація комплексних заходів, які повинні бути спрямовані на:

- зниження ступеня функціональної напруженості дітей і підлітків, відновлення резерву здоров'я на етапах, які є перехідними від здоров'я до хвороби;

- регламентацію режиму життя з урахуванням вікових та індивідуальних особливостей організму дитини;

- своєчасну корекцію виникаючих відхилень, які пов'язані з навчальним процесом;

- розробку більш ефективних способів збереження і зміцнення здоров'я.

Вкрай важливо формувати у підростаючого покоління потребу в доброму здоров'ї і відповідальне ставлення до власного здоров'я, звичку здорового способу життя.

Необхідно, щоб для кожного вікового етапу існували свої критерії здоров'я, властиві його психофізіологічній і морфофункціональній організації. У вирішенні даного питання можуть допомогти методи дослідження ССС, що є індикатором реакцій адаптації. А. П. Берсенєвою [55] був запропонований індекс функціональних змін (ІФЗ), як критерій пристосувальних реакцій. Заснований на оцінці ІФЗ долікарський скринінг, незважаючи на свою простоту, здатний забезпечити системний підхід до оцінки здоров'я учнів.

Контроль стану здоров'я можна здійснювати за допомогою ряду досліджень, в яких беруться до уваги: вік, ІМТ, АТ, психологічний тип особистості, рівень працездатності, ступінь психоемоційного виснаження, моніторинг ритму серця і інші важливі показники [56 - 59]. У донозологічній діагностиці практичним інструментом є класифікація функціональних станів, яка включає в себе чотири класи:

Норма – клас з достатніми адаптаційними можливостями організму людини. Завжди оцінка функціонального стану здійснюється з використанням поняття норми. Норма є вираз функціонального оптимуму [60]. Виходячи з цього, деякі нерідко вважають, що оптимуму відповідають середньостатистичні дані. Однак біологічні системи відрізняє нестабільність, що виявляється в мінливості функціональних станів. Індивідуальний оптимум дуже рідко збігається з середньостатистичними даними. Вони завжди конкретні і встановлюється в залежності від умов, в які потрапляє людина. Набір індивідуальних показників здатний дати тільки статичний образ поточного стану організму, який можна шляхом порівняння віднести до певного класу стану.

Поняття норми містить в собі здатність організму пристосовуватися до впливу різних чинників навколишнього середовища. Адекватність реакції організму на вплив певних факторів – також один з важливих компонентів норми. У зв'язку з цим стає вкрай необхідно не тільки дослідити норму реакції у молодого покоління, пристосування до навчального процесу, а й процеси взаємодії організму з умовами середовища, а також стану напруги [60].

Донозологічні стани – це стани, коли оптимальні пристосувальні можливості організму вимагають більш високої, ніж при нормі, напруги регуляторних систем, що призводить до підвищення витрат функціональних резервів організму, зростання енергетичного та інформаційного забезпечення взаємодії систем організму і підтримання гомеостазу. Відбувається підвищення функціональної напруги механізмів адаптації. Виділяють три стадії такого напруження: помірне, виражене і різко виражене [60].

Преморбідні стани – це стани, при яких відбувається зниження функціональних можливостей організму. Вони проявляються в двох стадіях:

- з переважанням неспецифічних змін при збереженні гомеостазу основних життєво важливих систем організму;
- з переважанням специфічних змін з боку певних органів і систем.

Прояви захворювань завдяки механізмам компенсації можуть перебувати в початковій фазі і мати компенсаторний характер. Цей клас функціональних станів відрізняє те, що вони протікають на тлі перенапруги механізмів регуляції.

Зрив адаптації – це стан з різким зниженням функціональних можливостей організму в зв'язку з порушенням компенсаторних механізмів. При цьому зазвичай спостерігаються різні захворювання в стадії субкомпенсації або декомпенсації [60].

Важливо відзначити, що при зниженні адаптаційних можливостей організму, яка пов'язана зі зміною фізіологічних функцій, наприклад, зміною міокардіального-гемодинамічного гомеостазу, відбувається зростання АТ, зниження зовнішньої роботи серця. Однак при донозологічних станах зміни фізіологічних показників зазвичай не виходять за межі клінічної норми, тому не

привертають увагу лікарів при диспансерному та профілактичному огляді населення. Тільки зрив адаптації з розвитком певних нозологічних форм захворювання є підставою для початку проведення лікувальних заходів. У кращому випадку, якщо були вчасно виявлені початкові ознаки захворювання, можна застосувати специфічні заходи вторинної профілактики.

З метою вивчення описаних вище станів була створена система «Світлофор». Дана оціночна шкала [54], яка дає можливість доступним кожній людині способом оцінювати рівень здоров'я. Зелена зона говорить про те, що все в порядку, показники в нормі. Жовта зона попереджає про необхідність підвищеної уваги до здоров'я. В даному випадку мова йде про оздоровлення і профілактику, уважне ставлення до власного здоров'я. І, нарешті, червона зона показує, що необхідно здійснити серйозні заходи щодо здоров'я, потрібно провести діагностику і лікування можливого захворювання.

Велика група досліджень [61 - 65] присвячена вивченню працездатності учнів в динаміці, тобто протягом навчального дня, тижня, чвертей, а також обліку зрушень в стані здоров'я від початку до кінця навчального року. Оскільки вивчення рівня розумової працездатності і стомлення є показником психофізіологічної адаптації, напруга механізмів регуляції, обумовлена розумовою діяльністю, веде до зміни рівня функціонування різних систем організму [66, 67]. Показано, що зв'язок між зміною фізіологічних параметрів і станом здоров'я дітей в процесі їх адаптації до навчальних навантажень залежить від рівня зрілості і готовності організму школярів до пропонованих вимог [63, 54, 68, 69]. Причому зниження рівня розумової працездатності, що почалося вже після 1-го уроку, посилюється на 2-му і особливо 4-му заняттях. Відзначається [70], що річна ж динаміка працездатності характеризується падінням її показників у другій половині навчального року. При цьому звертається увага на те, що частота зрушень кількісних і якісних показників, що відображають стомлення, зазвичай пов'язана з групами (типами) працездатності – I, II, III, IV [62].

1.5. Вплив шкільного навантаження на серцево-судинну систему учнів

Навчання в школі, є важливим фактором у житті дітей, пред'являє чималі вимоги до організму дитини. Загальне навчальне навантаження складається з декількох компонентів. Головним з них є розумове навантаження, впливу якого піддаються діти під час всього процесу навчання [4, 71].

В даний час є велика кількість літератури з вивчення реакцій окремих показників кровообігу у відповідь на розумове навантаження. На основі аналізу виявляються дві точки зору. Одна група дослідників вважає, що навчальна діяльність викликає почастищення пульсу, підвищення АТ, збільшення УОК. Інші, навпаки – зниження ЧСС, падіння АТ і зменшення УОК [72, 74].

Вивчаючи у школярів 7 - 17 років простими методами зміни АТ (за Коротковим) і ЧСС (палькаторно), Т. Н. Сердюковська встановила, що до кінця навчальної чверті, півріччя і року відбувається зниження максимального АТ у всіх вікових групах. Незважаючи на те, що число обстежених було великим, чіткої динаміки мінімального тиску і ЧСС виявити не вдалося [4, 72].

С. Б. Догадкіною і І. О. Туніциним було проведено вивчення змін показників центральної гемодинаміки школярів підготовчого – IV класів від початку до кінця навчального року [73, 75].

У дітей підготовчого класу до кінця першого півріччя було виявлено достовірне зниження мінімального, середнього і бокового тиску, а також питомого периферичного опору. Протягом усього навчального року величина максимального АТ, УОК і ХОК залишалися відносно постійними. До кінця навчального року у дітей 6 років відбувалися сприятливі зрушення у функціонуванні ССС [75].

Було встановлено, що в учнів I класу від початку до кінця навчального року відбувалося зниження всіх видів АТ, зменшення ЧСС, значне підвищення серцевого викиду, зниження ППО. Ці зміни свідчать про особливо виражений у цій категорії дітей «шкільний стрес» [40, 76].

Коливання ЧСС у першокласників на уроці української мови, математики, читання не перевищувало 10 ударів в перші 13 - 17 хвилин навчальної роботи. Потім стабільність пульсу порушувалася [77].

В учнів 3 класу спостерігалися невеликі зрушення максимального АТ, а ЧСС сповільнювалася. Серцевий викид і ППО зростали [4].

У старших дітей (9 - 10 років) всі зрушення кровообігу виражені в меншому ступені, ніж у молодших (7 - 8 років), бо свідчить про вдосконалення адаптаційних механізмів з віком і пов'язаної з цим кращою адаптацією до навчального навантаження [40]. Згідно з результатами, отриманими іншими авторами, максимальний АТ у стані спокою у дітей 1 і 3 класів до кінця навчального року не змінився, і до кінця першого півріччя склав у хлопчиків 1 класу 101 мм рт.ст. у дівчаток – 96 мм рт.ст., в той же час пульсовий тиск у хлопчиків знизилася на 3 мм рт.ст. [77].

Перехід до навчання в 4 класі обумовив дещо інші зміни показників центральної гемодинаміки в перебігу навчального року. Максимальний АТ знижувався, частота серцебиття зменшувалася, але, на відміну від більш молодших школярів, у учнів 4-х класів відбувалося зниження серцевого викиду [4].

У хлопчиків 4 класу до кінця навчального року відбувалося достовірне зниження максимального АТ і серцевого викиду, тоді як вікова спрямованість розвитку ССС полягає в збільшенні цих показників.

Підвищення мінімального при одночасному зниженні максимального АТ розцінюється як несприятлива реакція ССС на навчальне навантаження [72, 77].

Таким чином, під впливом навчальної діяльності відбувається комплекс змін кровообігу. Найбільш напружена адаптація ССС до навчальної діяльності спостерігається в учнів 1 класів, а також у хлопчиків 4 класів [75].

Спостереження за кров'яним тиском і частотою пульсу у школярів 3, 5, 8 класів, що проводилися протягом 2-х років, показали, що частота пульсу у школярів під впливом шкільного навантаження збільшується на 10 - 15 ударів за хвилину. Крім того, частота пульсу змінюється протягом дня. Так, прийшовши в

школу, учень має уповільнений пульс (85 - 90 ударів), після першого уроку пульс декілька частішає (95 ударів), а до кінця дня спостерігається ще більше збільшення частоти пульсу: 90 - 100 ударів за хвилину. Перед контрольною роботою відбувається почастишання пульсу на 10 - 15 ударів за хвилину [78]. З літератури добре відомо, що в передстартовому і предробочому стані відбувається почастишання частоти пульсу. Предробочі зміни фізіологічних функцій можна розглядати як виникнення робочої домінанти [79]. До нормального ранкового ритму частота пульсу наближається тільки після тривалого відпочинку.

Було відмічено, що до кінця тижня і чверті пульс зберігає тенденцію до підвищення частоти. При цьому спостерігається і ранкове почастишання пульсу на 2 - 5 ударів за хвилину.

Кров'яний тиск у школярів 3, 5 і 8 класів становить 93 - 117 на 60 - 78 мм рт.ст. Під впливом навчального навантаження воно змінюється мало і має тенденцію до зниження. Підвищується кров'яний тиск після контрольних робіт, а також після емоційних стресів зі 105 - 66 до 112 - 70 мм рт.ст. [80].

В кінці дня кров'яний тиск у школярів не збільшувався, а кілька знижувався і відновлювався тільки вранці перед уроками [79].

Аналізуючи дані, отримані при обстеженні учнів 9-х, 10-х класів, автори зазначили, що на початку року у юнаків 9-х класів систолічний АТ не відрізняється від систолічного АТ у дівчат; діастолічний тиск у дівчат нижче на початку і в кінці навчального року. У 10-х класах протягом усього навчального року систолічний та діастолічний тиск у юнаків вище.

У всіх обстежених спостерігалася тенденція до зниження цих показників до кінця першого півріччя і повернення до початкового рівня до кінця навчального року [81].

Слід зазначити, що ССС у дівчат знаходиться під більш вираженим впливом симпатичної нервової системи. Такий висновок можна зробити з аналізу середніх величин ВІК, який достовірно вище у дівчат, ніж у юнаків протягом всього навчального року [81].

Ослаблення симпатичних впливів і повернення багатьох показників гемодинаміки до вихідного рівня в кінці навчального року пов'язано, ймовірно, з емоційним фактором «кінцевого пориву». Вивчення адаптаційних реакцій на навчальне навантаження тісно пов'язане з дуже істотною для школи проблемою адаптації організму до статичних навантажень. З 3-х видів навантажень у школярів в процесі навчальних занять найбільш обтяжливий статичний компонент [4, 77].

Найбільш закономірною реакцією системної гемодинаміки на статичне зусилля є підвищення всіх видів АТ [77, 82].

Максимальне статичне навантаження при сидінні доводиться на потиличні і спинні м'язи-розгиначі, а також м'язи тазового пояса. Статичне навантаження на відміну від динамічного підвищує як максимальний, так і мінімальний АТ. Так реагують навіть на легке статичне навантаження, що дорівнює 30% від максимальної сили стискання динамометра, школярі різного віку. При цьому на початку року зміни гіподинамічних показників менш різання, ніж в кінці року. На початку року, наприклад, у хлопчика 8 - 9 років на зазначене статичне навантаження підвищується мінімальний тиск на 5,5% і максимальний тиск на 10%, а в кінці року відповідно на 11% і 21% [77, 82].

Різноспрямовані вікові та адаптаційні зміни ССС у школярів зумовлюють необхідність їх обліку як при оцінці стану здоров'я, так і при побудові раціонального режиму дня школяра.

Тільки за умови правильної організації режиму приріст соматометричних показників буде супроводжуватися адекватним збільшенням потужності функціонування всіх ланок ССС [4].

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріали та схема дослідження

Дослідження проводилося на базі Маріупольської СШ № 3 I-III ступенів. Під час дослідження було обстежено 66 дітей, що навчаються за стандартною програмою та 65 дітей, що навчаються за експериментальною програмою, віком 6 - 7 (1 клас) та 11 - 12 років (5 клас). Критерієм для виключення з дослідження було наявність діагностованих патологій (хронічні захворювання) та гострих запальних захворювань, а також відсутність відхилень в стані ССС.

Таблиця 2.1 – Розподіл учнів за віком та статтю

Стать	Вік		Всього
	6 – 7	11 –12	
	(1 клас)	(5 клас)	
Стандартна програма			
Хлопчики	13	19	32
Дівчата	11	23	34
Всього	24	42	66
Експериментальна програма			
Хлопчики	10	18	28
Дівчата	15	22	37
Всього	25	40	65

Етапи обстеження:

1. Спочатку визначали АТ і ЧСС у учнів 1 і 5 класів в стані відносного спокою в різні періоди навчального року (дослідження проводилося в вересні (перше півріччя) і в квітні (друге півріччя) протягом тижня (з понеділка по п'ятницю, з 8 до 13 годин) крім того додатково були здійснені розрахунки для

визначення УОК, або СОК і ХОК, для того, щоб підвищити інформаційну об'єктивність вивчення впливу шкільних факторів на організм дітей.

2. Наступним етапом виявили відмінності показників АТ та ЧСС за статтю та віком, для достовірності проаналізували ці відмінності в вересні та квітні.

3. Оцінку адаптаційних резервів ССС школярів 1 і 5 класів здійснювали за допомогою інтегрального показника – ІФЗ за Берсенєвою А. П. (1986, 1991), який характеризує складний взаємозв'язок функціональних структур, що відображають рівень функціонального стану системи кровообігу.

4. Розраховали ВІК дітей 1 та 5 класів для з'ясування переважаючого впливу симпатичних або парасимпатичних нервів в регуляції ССС. Розрахунки здійснювали для першого та другого півріччя.

5. Дослідження вікових змін функціональних особливостей ССС здійснювали за допомогою різних інтегральних показників (за ІР, ІФЗ, ІМТ та ВІК) у дітей 1 та 5 класів, що навчаються за стандартною і експериментальною програмами та розподілили індивідуальні величини ІМТ і функціональних показників школярів за якісними градаціями (у відсотках).

Одержаний фактичний матеріал піддавали статистичній обробці. Визначали середню арифметичну (\bar{X}), квадратичне відхилення (σ) і похибку (m). Достовірність (p) оцінювали за t-критерем Стьюдента.

2.2 Методи вимірювання гемо- та кардіопоказників

ЧСС (уд/хв.) визначали як кількість скорочень серця за одну хвилину на рівні серця дитини.

У дітей ЧСС вимірювали в спокійному стані, попередньо відпочивши кілька хвилин. Так як ЧСС, у різних положеннях відрізняється, то вимірювали його завжди в одному положенні, в положенні сидячи.

Досліджували ЧСС на променевій артерії, яка розташована поверхнево під

фасцією і шкірою між шиловидним відростком променевої кістки і сухожиллям внутрішніх радіальних м'язів. Для цього використовували середній, вказівний і безіменний пальці (як показано на рис. 2.1).

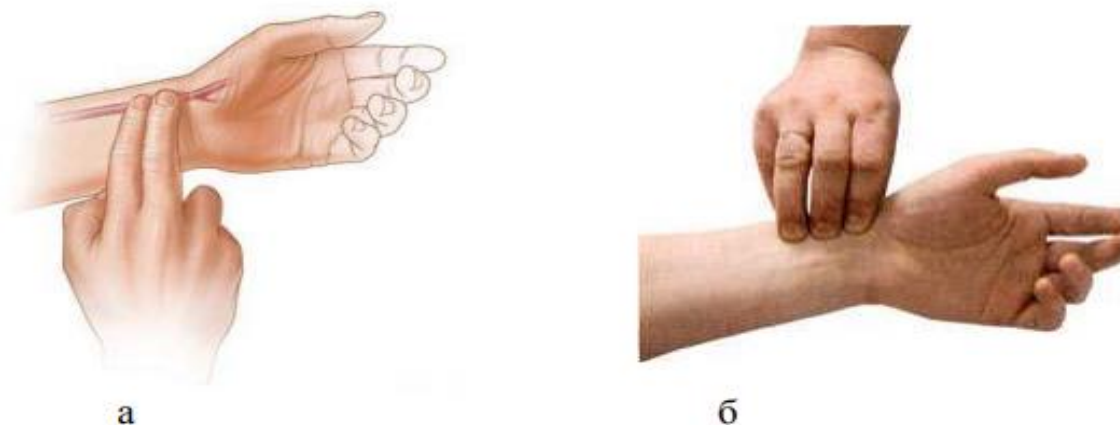


Рисунок 2.1 – Вимірювання пульсу на променевій артерії (а - двома пальцями, б - трьома пальцями) [83]

Пульс на променевій артерії запізнюється в порівнянні з систолою серця приблизно на 0,2 сек.

ЧСС у спокої в середньому у дітей 6 - 7 років – (78 - 118) уд./хв, 11 - 12 років – (60 - 100) уд./хв [83].

Для вимірювання кров'яного тиску у дітей використовували тонометр. Основними його частинами є порожниста гумова манжетка, нагнітальна гумова груша і пружинний манометр. Усі частки приладу з'єднані герметично. Учень сідал боком до столу, руку клал на стіл долонею догори. На оголене плече щільно (однак, щоб не стискувала тканини) накладали манжетку тонометра. На гумовій груші закривали гвинтовий клапан. Біля ліктьової ямки відшукували пульсуючу плечову артерію і над нею встановлювали фонендоскоп (рис. 2.2) [84].

В манжетку нагнітали повітря до зникнення пульсу, потім, за допомогою гвинтового клапана, повітря повільно випускали. У певний момент виникал чіткий звук (так званий тон Короткова або судинний тон), який добре було чути

у фонендоскоп. Тиск у манжетці в цей момент відповідав величині систолічного тиску (АТс). У міру випускання повітря з манжетки звук спочатку посилювався, потім зменшувався і зникав. Момент зникнення тону відповідав величині діастолічного тиску (АТд). Вимірювання повторювали три рази з інтервалами в 1 - 2 хв. і брали за основу мінімальні показники [84].

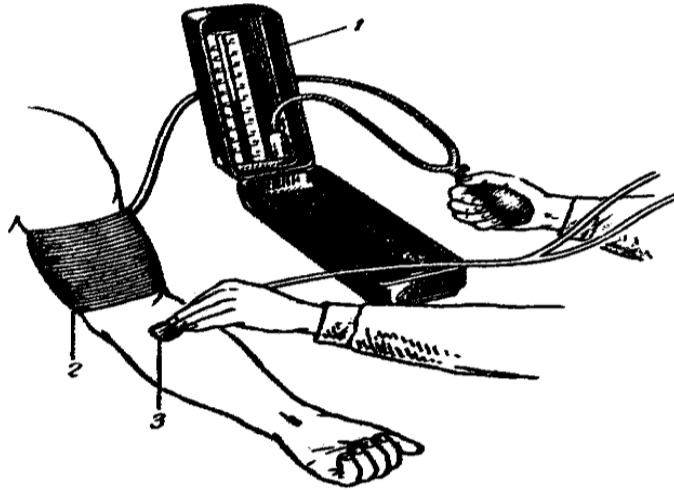


Рисунок 2.2 – Вимірювання АТ у людини за способом Короткова [84].

1 – манометр, 2 – манжетка, 3 – фонендоскоп.

Вимірювання тиску крові не робили довше однієї хвилини, бо це б викликло порушення кровообігу у дистальній частині руки. Мали на увазі, що перше вимірювання не дає достовірних результатів. Тому вимірювання повторювали ще два рази з інтервалом у 2,5 – 3 хвилини і брали за основу мінімальні показники [84].

При вимірюванні розрізняють три види цього тиску, що мають різне значення:

АТс – максимальний (систолічний) тиск у артеріальній системі (мм рт.ст).

АТд – мінімальний (діастолічний) тиск (мм рт.ст), пов'язаний з тонусом стінок артерій та величиною кровотоку через органи.

АТп – пульсовий артеріальний тиск (АТп., мм рт. ст) – різниця між систолічним та діастолічним тиском в артеріях. Цей тиск пов'язаний з об'ємом крові, що виганяється серцем за кожен серцевий цикл (з УОК) [54].

Крім того здійснювали розрахунки для визначення УОК і ХОК. УОК відображає кількість крові, яка викидається під час кожного скорочення серця, і характеризує ефективність і силу серцевих скорочень [85].

Для визначення УОК у дорослих існує формула Старра. Однак для того, щоб визначати серцевий викид у дітей 7 - 15 років, Романцевим Н. А. та Пугіною Н. С. була розроблена інша формула [85]:

$$\text{УОК} = ((40 + 0,5 \times \text{ПТ}) - (0,6 \times \text{АТд})) + 3,2 \times \text{В} \quad (2.1)$$

де ПТ – пульсовий тиск, АТд – діастолічний артеріальний тиск, В – вік.

ХОК – це кількість крові, що протікає через серце за 1 хвилину. ХОК відображає функціональні можливості серця. Його знаходять за формулою [85]:

$$\text{ХОК} = \text{ЧСС} \times \text{УОК} \quad (2.2)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень, УОК – ударний об'єм крові.

Збільшення показника спостерігається при підвищенні інтенсивності метаболічних реакцій в організмі, а зменшення – вказує на економічність роботи організму, слабкість міокарду.

2.3 Методика визначення індексу функціональних змін

ІФЗ визначали в умовних одиницях-балах. Для обчислення ІФЗ необхідні були дані про ЧСС, АТ (АТс – систолічний, АТд – діастолічний), вік (В), зріст в метрах (Р) і маса тіла в кілограмах (МТ):

$$\text{ІФЗ} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{АТс} + 0,008 \times \text{АТд} + 0,014 \times \text{вік} + 0,009 \times \text{вага} - 0,009 \times \text{зріст} - 0,27 \quad (2.3)$$

ІФЗ, як інтегральний показник, характеризує складний взаємозв'язок функціональних структур, що відображають рівень функціонального стану системи кровообігу, також відображає функціональний стан організму та характеризує функціональні резерви, дозволяє прогнозувати зміни здоров'я [55].

Оцінку здоров'я учнів робили за шкалою «Світлофор». Обстежені з задовільною адаптацією розподіляли в зелену зону, з напругою і незадовільною адаптацією – в жовту зону і ті, хто має зрив адаптації – в червону зону (табл.2.2)

Таблиця 2.2 – Оцінка здоров'я за шкалою «Світлофор» [55]

«Світлофор»	Донозологічна діагностика	Ступінь напруги регуляторних систем
Зелений	- фізіологічна норма	- оптимальний рівень - нормальний рівень
Жовтий	- донозологічні стани - преморбідні стани	- виражене функціональне напруження - різко виражене функціональне напруження
Червоний	- зрив адаптації	- перенапруга регуляторних механізмів - виснаження регуляторних механізмів

Нижче приведена оціночна табл. 2.3, за допомогою якої виявлялися індивідуальні особливості рівня здоров'я учнів за шкалою.

Таблиця 2.3 – Оцінка рівня функціонування системи кровообігу по ІФІ (Берсенєва А. П., 1986, 1991) [85]

Рівень функціонування системи кровообігу	Оцінка ІФІ (в балах)
Задовільна адаптація	до 2,59
Напруга механізмів адаптації	2,6 - 3,09
Незадовільна адаптація	3,1 - 3,49
Зрив адаптації	3,5 і вище

Таким чином, оцінка фізіологічних резервів дозволяє виявити етіологію та процес змін функціонального стану й фізичну працездатність, прогнозувати негативні зміни у здоров'ї та дієздатність. Зниження функціональних резервів людини і колективу свідчать про необхідність проведення різнопланових лікарсько-профілактичних заходів, в тому числі на оптимізацію середовища.

2.4 Методика визначення вегетативного індексу Кердо

ВІК є одним з найбільш простих показників функціонального стану вегетативної нервової системи, зокрема, співвідношення збудливості її симпатичного і парасимпатичного відділів [85].

Індекс Кердо розраховували на підставі значень ЧСС і АТд за формулою:

$$\text{ВІК} = \left(1 - \frac{\text{АТд}}{\text{ЧСС}}\right) \times 100 \quad (2.4)$$

де ВІК – вегетативний індекс Кердо, АТд – артеріальний тиск діастолічний, ЧСС – частота серцевих скорочень

Оцінка ВІК :

- від +16 до +30 симпатикотонія
- $\geq +31$ виражена симпатикотонія
- від -16 до -30 парасимпатикотонія
- ≤ -30 виражена парасимпатикотонія
- від -15 до +15 врівноваженість симпатичних і парасимпатичних

впливів

Показник норми: від -10 до + 10%.

Трактування проби: при вегетативній рівновазі в регуляції ССС ВІ = 0, позитивне значення – переважання симпатичних впливів, від’ємне значення – переважання парасимпатичних впливів [85, 86].

2.5 Методика визначення індексу маси тіла

Для визначення антропометричних даних вимірювали зрост та вагу тіла за допомогою стандартних методів вимірювання звичайним ростоміром та стандартними важелями.

Для оцінки гармонійності фізичного розвитку школярів розраховували росто-ваговий показник (індекс маси тіла – ІМТ) за формулою [85]:

$$\text{ІМТ} = \frac{m}{h^2} \quad (2.5)$$

де m – маса тіла в кілограмах, h – зріст в метрах, в ум. од.

Такий спосіб обчислення можна застосовувати і до дорослих, але формула застосовується для дітей від 2 до 20 років.

Таблиця 2.4 – Норми ІМТ на основі нормативів ВООЗ (2011) [87].

ІМТ, кг/м ²				
Вік	Недостатність харчування	Норма	Надлишок ваги	Ожиріння
2	<13,3	13,3 - 17,1	17,1 - 18,7	>18,7
3	<13,1	13,1 - 16,8	16,9 - 18,4	>18,4
4	<12,8	12,8 - 16,8	16,9 - 18,5	>18,5
5	<12,7	12,7 - 16,9	17,0 - 18,8	>18,8
6	<12,7	12,7 - 17,0	17,1 - 19,2	>19,2
7	<12,7	12,7 - 17,3	17,4 - 19,8	>19,8
8	<12,9	12,9 - 17,7	17,8 - 20,6	>20,6
9	<13,1	13,1 - 18,3	18,4 - 21,5	>21,5
10	<13,5	13,5 - 19,0	19,1 - 22,6	>22,6
11	<13,9	13,9 - 19,9	20,0 - 23,7	>23,7
12	<14,4	14,4 - 20,8	20,9 - 25,0	>25,0
13	<14,9	14,9 - 21,8	21,9 - 26,2	>26,2
14	<15,4	15,4 - 22,7	22,8 - 27,3	>27,3
15	<15,9	15,9 - 23,5	23,6 - 28,2	>28,2
16	<16,2	16,2 - 24,1	24,2 - 28,9	>28,9
17	<16,4	16,4 - 24,5	24,6 - 29,3	>29,3

2.6 Методика обчислення індексу Робінсона

Для кількісної оцінки енергопотенціалу організму дитини застосовували показник резерву – індекс Робінсона, який дозволяє оцінювати рівень обмінно-енергетичних процесів, що відбуваються в організмі [88]:

$$\text{Індекс Робінсона} = \frac{\text{ЧСС} \times \text{АТс}}{100} \quad (2.6)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень (за 1 хв.);

АТс – артеріальний тиск систолічний (верхній).

Величини ІР розподілялися за рівнями резервів (чим нижче значення індексу в спокої, тим вище максимальні аеробні можливості організму): низький – більше 96 ум.од. (регуляція діяльності ССС порушена), нижче середнього – 86 - 95 ум.од. (можна говорити про недостатні функціональні резерви ССС), середній – 76 - 85 ум.од. (функціональні резерви ССС в нормі), вище середнього – 71 - 75 ум.од. (є незначне порушення регуляції діяльності ССС) високий – менше 70 ум.од. (функціональні резерви ССС в відмінній формі).

Таким чином, ІР – показник, що характеризує енергопотенціал, – є найбільш чутливим маркером стану ССС та адаптаційних механізмів організму дитини.

2.7 Методика статистичної обробки даних

Статистичну обробку результатів проводили методом обчислення середньої арифметичної, помилки середньої арифметичної, середнього квадратичного відхилення. Вірогідність відмінностей між середніми величинами оцінювали за критерієм Ст'юдента.

Результати проведених експериментів оброблені методами варіаційної статистики [89, 90].

Середнє арифметичне знаходили по формулі (2.7)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (2.7)$$

де: X – результат виміру ознаки в кожного об'єкта;

n – обсяг групи.

Середня арифметична величина – важлива характеристика ознаки. Проте при одній і тій же середній величині спостережувані відхилення від неї можуть варіювати різною мірою. Тому при обробці експериментальних даних доцільне введення показника мінливості ознаки. Таким показником є середнє квадратичне відхилення (σ), воно є спільною мірою відхилення варіант від своєї середньої величини, яке розраховували за формулою (2.8):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.8)$$

Так звану помилку середнього арифметичного m_x вираховували за формулою 2.9.

$$m_x = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (2.9)$$

Питання про достовірність відмінностей двох вибірок, які порівнюються, зазвичай вирішується за допомогою критерію достовірності відмінностей (t - критерій). Застосовуваний метод оцінки достовірності різниці показників (середніх величин) дозволяє встановити: виявлені відмінності істотні або вони є результатом дії випадкових причин, визначається за формулою 2.10

$$t_d = \frac{[\bar{X}_1 - \bar{X}_2]}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (2.10)$$

Тобто величина t визначається відношенням різниці показників (середніх величин) до своєї помилки різниці. Критерій достовірності (t) вказує, у скільки разів різниця перевищує свою помилку. При різних значеннях t існує певна міра надійності, з якою можна говорити про суттєвості відмінностей [89, 90]

Після того як за допомогою формули вираховано показник t , за спеціальною таблицею для заданого числа ступенів свободи, яке дорівнює $(n_1+n_2)-2$ і обраної ймовірності припустимої помилки («величина критерію достовірності...»), знаходять потрібне табличне значення t і порівнюють з ним обчислене значення t . Якщо обчислене значення t більше або дорівнює табличному, то роблять висновок про те, що порівнювані середні значення з двох вибірок дійсно статистично достовірно різняться з прийнятою ймовірністю допустимої помилки [89, 90].

У більшості біологічних досліджень досить мати значення t , рівне або більше 2. Якщо критерій t дорівнює 2, відмінність достовірна і це можна стверджувати з імовірністю безпомилкового прогнозу, що дорівнює 95% (при $t = 3$ і більше – з ймовірністю безпомилкового прогнозу – 99%). Величина критерію менше 2 свідчить про недостовірні відмінності порівнюваних показників, також про те що різниця не доведена, випадкова, статистично не підтверджується.

У першому випадку ймовірність помилки $p < 0,05$ або $p < 0,01$. У другому $p > 0,05$, тобто відмінності не достовірні [89, 90].

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Динаміка функціонального стану серцево-судинної системи у дітей 1 класу в різні періоди навчального року

Згідно з даними літератури [4, 26, 28], навчальне навантаження впливає на стан ССС. Від початку до кінця навчального року спостерігається зниження АТ в учнів.

Вивчався вплив навчального навантаження на функціональний стан ССС учнів 1 і 5 класів, які навчаються за загальноприйнятою програмою. Дослідження проводилося у вересні (I півріччя) та квітні (II півріччя) протягом тижня. Результати отриманих даних представлені в табл. 3.1, 3.2.

Таблиця 3.1 – Показники кровообігу дітей 1 класу у вересні (I півріччя)

День тижня	Стать	Показники гемо- та кардіодинаміки				
		Вересень (I півріччя)				
		АТс (мм рт. ст.)	АТд (мм рт.ст.)	ЧСС (уд/хв.)	УОК (мл)	ХОК (л/хв.)
1	2	3	4	5	6	7
Понеділок	д.	100,3 ± 2,3	58,0 ± 1,5	95,4 ± 2,3 ^{\$\$}	48,6±1,9	4,6±0,2
	х.	98,4 ± 2,0 ^{\$}	57,0 ± 0,8	88,3 ± 2,0	48,8±1,0	4,3±0,1
Вівторок	д.	98,6 ± 2,0	57,1 ± 0,8	87,3 ± 1,6	49,0±1,0	4,3±0,1
	х.	95,9 ± 1,3	56,2 ± 1,0	84,0 ± 1,0	48,5±1,3	4,1±0,1
Середа	д.	97,7 ± 1,6	56,4 ± 1,4	86,9 ± 2,0	49,3±1,6	4,3±0,2
	х.	95,1 ± 1,9	55,7 ± 1,0*	83,6 ± 1,1	48,7±1,6	4,1±0,1
Четвер	д.	96,6 ± 2,7	55,6 ± 0,9	86,8 ± 1,6	49,5±1,1	4,3±0,1
	х.	94,5 ± 0,9	55,2 ± 0,9*	83,3 ± 0,9	48,9±1,2	4,1±0,1

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
П'ятниця	д.	96,0 ± 3,0	55,0 ± 0,9*	86,0 ± 1,7	49,9±1,2	4,3±0,2
	х.	93,8 ± 0,7	54,7 ± 0,7*	82,9 ± 0,8	49,1±0,9	4,1±0,1

Примітки:

* – $p < 0,05$ при порівнянні показників осіб першого півріччя (вересень) з другим півріччям (квітень)

\$_ – $p < 0,05$; \$\$ – $p < 0,01$ при порівнянні показників осіб у понеділок та у п'ятницю;

1. АТд – діастолічний тиск;
2. АТс – систолічний тиск;
3. ЧСС – частота серцевих скорочень;
4. УОК – ударний об'єм крові;
5. ХОК – хвилинний об'єм крові;
6. Д – дівчата;
7. Х – хлопчики

Таблиця 3.2 – Показники кровообігу дітей 1 класу у квітні (II півріччя)

День тижня	Стать	Показники гемо-та кардіодинаміки				
		Квітень (II півріччя)				
		АТс (мм рт. ст.)	АТд (мм рт. ст.)	ЧСС (уд/хв.)	УОК (мл)	ХОК (л/хв.)
1	2	3	4	5	6	7
Понеділок	д.	98,5 ± 2,0	56,5 ± 0,8\$\$	88,7 ± 2,9	49,5±1,3	4,4±0,2
	х.	96,8 ± 1,3\$\$	56,3 ± 0,9	83,5 ± 2,0	48,9±0,8	4,1±0,1
Вівторок	д.	97,4 ± 1,7	55,3 ± 1,7	86,2 ± 1,4	50,3±2,2	4,3±0,2
	х.	95,2 ± 0,9	54,7 ± 0,7	85,5 ± 1,1	49,9±0,9	4,3±0,1

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7
Середа	д.	95,7 ± 1,3	54,3 ± 0,7	85,7 ± 1,3	50,6±1,2	4,3±0,1
	х.	93,8 ± 0,7	53,3 ± 0,6	84,2 ± 1,0	50,6±0,7	4,3±0,1
Четвер	д.	94,8 ± 2,9	53,2 ± 1,1	84,9 ± 2,1	51,3±1,4	4,4±0,2
	х.	92,8 ± 1,0	52,0 ± 0,9	83,7 ± 1,1	51,6±1,0	4,3±0,1
П'ятниця	д.	93,3 ± 1,8	51,7 ± 0,9	83,9 ± 2,4	52,1±1,2	4,4±0,2
	х.	91,4 ± 1,4	51,3 ± 1,2	82,5 ± 0,9	51,7±1,4	4,3±0,1

Примітки:

\$ – $p < 0,05$; \$\$ – $p < 0,01$ при порівнянні показників осіб у понеділок та у п'ятницю;

1. АТд – діастолічний тиск;
2. АТс – систолічний тиск;
3. ЧСС – частота серцевих скорочень;
4. УОК – ударний об'єм крові;
5. ХОК – хвилинний об'єм крові;
6. Д – дівчата;
7. Х – хлопчики

З представлених в табл. 3.1 та 3.2 загальних даних стану ССС дітей 6 - 7 років можна побачити, що в основному досліджувані параметри знаходяться в межах норми, деякі - на верхніх межах статево-вікової норми. Звертає на себе увагу той факт, що стан норми ССС спостерігався як на початку року, так і в кінці. В учнів 1 класу (вік 6 - 7 років) АТ у дівчаток дещо вищий ніж у хлопчиків.

Аналіз величини АТ дітей 1 класу у вересні показав, що до кінця тижня і систолічний, і діастолічний тиск дещо знижується. Систолічний тиск у дівчаток від понеділка до п'ятниці знизився на 4,3%, у хлопчиків – на 4,7% ($p < 0,05$), діастолічний тиск – відповідно на 5,2% і 4%.

Більше зниження як систолічного, так і діастолічного тиску з понеділка по п'ятницю спостерігалось у дітей в квітні порівняно з вереснем. Систолічний тиск у дівчаток зменшився на 5,3%, а у хлопчиків на 5,6% ($p < 0,01$), а діастолічний – відповідно на 8,5% ($p < 0,01$) і 8,9%.

Отже, під впливом навчального навантаження спостерігається тенденція до зниження АТ до кінця тижня. Поступове зниження АТ спостерігалось від початку першого півріччя до кінця другого півріччя, тобто від вересня до квітня.

Якщо порівнювати виміряний АТ по понеділках в обох півріччях, тобто у вересні і квітні, то можна побачити незначне зниження. Систолічний тиск у дівчаток зменшився на 1,8%, а у хлопчиків на 1,6%, а діастолічний – відповідно на 2,6% і 1,2%.

Тиск, виміряний в кінці тижня в обох півріччях мав тенденцію до більш значного зменшення, ніж в понеділок. Так, систолічний тиск у дівчаток зменшився на 2,8%, а у хлопчиків на 2,6%, а діастолічний – відповідно на 6% ($p < 0,05$) і 6,2% ($p < 0,05$)

Зміни ЧСС протягом тижня від понеділка до п'ятниці на початку першого півріччя (вересень) були більш значущими, ніж у кінці другого півріччя (квітень). Так у дівчаток ЧСС у вересні від понеділка до п'ятниці зменшилась на 9,9% ($p < 0,01$) у хлопчиків на 6,1%, у квітні на 5,4% та 1,2% відповідно.

Порівнюючи показники серцевого ритму по понеділках у вересні та квітні можна побачити зменшення у дівчаток на 7% та на 5,4% у хлопчиків, що може свідчити про підвищення парасимпатичного впливу на активність серця в кінці навчального року і про стабілізацію адаптаційних можливостей організму.

ЧСС виміряний в кінці тижня у вересні та квітні теж зменшився, але не так значно, як на початку тижня. У дівчаток зменшення відбулося на 2,4%, у хлопчиків – 0,5%. При цьому у хлопчиків наприкінці другого півріччя (квітень) не спостерігається чіткої динаміки зниження ЧСС.

Далі проводилося дослідження таких показників гемодинаміки, як УОК і ХОК. Показники УОК виявляють тенденцію до збільшення своїх значень і у хлопчиків, і у дівчаток як з понеділка по п'ятницю, так і до кінця навчального

року, що теж говорить про перехід функціонального стану всієї ССС на більш стійкий рівень.

Так УОК з понеділка до кінця тижня в вересні знизився на 2,7% у дівчаток та на 0,61% у хлопчиків; більш значуще зниження УОК відбулося у квітні, так у дівчаток цей показник від початку до кінця тижня знизився на 5%, у хлопчиків на 5,4%. Якщо порівнювати цей показник по понеділках в вересні та квітні, то він має тенденцію до збільшення на 1,85% у дівчаток та на 0,2% у хлопчиків. Порівнюючи показник УОК по п'ятницях в вересні та квітні, спостерігається теж збільшення цього показника на 4,2% у дівчаток та на 5% у хлопчиків.

При цьому значення ХОК не має чіткої тенденції зменшення від початку до кінця навчального року в учнів обох статей. Незначне зменшення ХОК в даному випадку розглядається як прояв «принципу економічності» функції кровообігу.

Зростання ХОК – показник напруженого функціонування ССС і більш напружених процесів адаптації на початку року і втомі в кінці.

3.2 Динаміка функціонального стану серцево-судинної системи у дітей 5 класу в різні періоди навчального року

У 5 класі аналіз кровообігу було проведено у 42 учнів (19 хлопчиків і 23 дівчинки). Дані результатів аналізу представлені в табл. 3.3 та 3.4

У 5 класах навчаються діти у віці від 11 до 12 років. У цьому віці у хлопчиків тиск починає збільшуватися і стає вище, ніж у дівчаток.

На початку навчального року систолічний тиск у дівчаток в середньому дорівнював $105,0 \pm 0,9$, у хлопчиків – $108,2 \pm 1,3$ мм рт.ст. Однак, статеві відмінності у величині АТ ще не стабільні і наприкінці навчального року АТ у хлопчиків і дівчаток майже однаковий.

Таблиця 3.3 – Показники кровообігу дітей 5 класу у вересні (I півріччя)

День тижня	Стать	Показники гемо- та кардіодинаміки				
		Вересень (I півріччя)				
		АТс (мм рт. ст.)	АТд (мм рт. ст.)	ЧСС (уд/хв.)	УОК (мл)	ХОК (л/хв.)
Понеділок	д.	105,0±0,9 [§]	59,7±1,3	81,7±1,5**	49,3±1,4	4,0±0,1
	х.	108,2±1,3*	60,5±1,3	74,4±1,6	50,0±1,3	3,7±0,2
Вівторок	д.	104,1±1,1	59,2±0,9*	79,7±0,8***	49,4±1,2	3,9±0,1
	х.	107,3±1,6*	60,1±1,5	73,8±1,6	49,9±1,7	3,7±0,2
Середа	д.	103,4±0,6*	58,7±0,9*	79,3±1,3*	49,6±1,1	3,9±0,1
	х.	106,6±1,6*	59,6±1,6	73,5±2,1	50,1±1,7	3,7±0,2
Четвер	д.	102,8±1,0	58,4±1,3*	79,1±0,8***	49,6±1,4	3,9±0,1
	х.	105,9±1,7*	59,2±1,7*	73,1±2,6	50,3±1,9	3,7±0,2
П'ятниця	д.	101,7±0,8	57,8±1,0***	78,3±1,2**	49,6±1,1	3,9±0,1
	х.	105,5±1,7**	58,7±1,8*	72,9±2,1	50,4±2,0	3,7±0,2

Примітки:

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ при порівнянні показників осіб першого півріччя (вересень) з другим півріччям (квітень)

1. АТд – діастолічний тиск;
2. АТс – систолічний тиск;
3. ЧСС – частота серцевих скорочень;
4. УОК – ударний об'єм крові;
5. ХОК – хвилинний об'єм крові;
6. Д – дівчата;
7. Х – хлопчики

Таблиця 3.4 – Показники кровообігу дітей 5 класу у квітні (II півріччя)

День тижня	Стать	Показники гемо- та кардіодинаміки				
		Квітень (II півріччя)				
		АТс (мм рт.ст.)	АТд (мм рт.ст.)	ЧСС (уд/хв.)	УОК (мл)	ХОК(л/хв.)
Понеділок	д.	104,8±1,1 [§]	58,2±0,9	75,4±1,2	50,8±1,0	3,8±0,1
	х.	103,6±1,7 [§]	59,5±1,6 [§]	72,7±2,0	48,8±1,9	3,6±0,2
Вівторок	д.	102,7±1,0	56,6±0,7	74,4±1,2	51,5±0,9	3,8±0,1
	х.	102,3±1,5	57,7±1,7	71,7±2,2	50,1±1,9	3,6±0,2
Середа	д.	101,3±0,8	55,5±1,0	73,3±1,4	52,0±1,1	3,8±0,1
	х.	100,6±1,8	56,4±1,5	70,8±2,1	50,7±1,8	3,6±0,2
Четвер	д.	100,5±1,1	54,7±0,9	72,7±1,3	52,5±1,2	3,8±0,1
	х.	99,1±1,6	54,6±1,4	69,8±2,3	51,9±1,6	3,6±0,2
П'ятниця	д.	99,7±1,4	53,6±0,6	71,3±1,8	53,3±1,0	3,8±0,1
	х.	97,8±1,3	53,7±1,4	69,2±2,3	52,2±1,6	3,6±0,2

Примітки:

[§] – $p < 0,05$ при порівнянні показників осіб у понеділок та у п'ятницю;

1. АТд – діастолічний тиск;
2. АТс – систолічний тиск;
3. ЧСС – частота серцевих скорочень;
4. УОК – ударний об'єм крові;
5. ХОК – хвилинний об'єм крові;
6. Д – дівчата;
7. Х – хлопчики

У учнів даної групи, також як і в учнів 1-х класів, у вересні систолічний та діастолічний тиск від понеділка до п'ятниці знижується як у дівчаток, так і у

хлопчиків; систолічний на 3,1% ($p < 0,05$) і на 2,8% відповідно, діастолічний на 3,2% та на 3% відповідно.

Більше зниження як систолічного, так і діастолічного тиску спостерігалось у дітей в квітні порівняно з вереснем (табл.3.4). Систолічний тиск у дівчаток від понеділка до п'ятниці в квітні зменшився на 4,9% ($p < 0,05$), а у хлопчиків на 5,6% ($p < 0,05$), а діастолічний – відповідно на 7,9% і 9,7% ($p < 0,05$).

Порівнюючи АТ по понеділках в обох півріччях, тобто у вересні і квітні, то спостерігається незначне зниження систолічного тиску у дівчаток порівняно з хлопчиками, тож систолічний тиск зменшився на 0,2%, діастолічний на 2,5%, а у хлопчиків ця різниця більш значуща, систолічний тиск зменшився на 4,3% ($p < 0,05$), діастолічний на 1,7%.

Тиск, виміряний в кінці тижня в обох півріччях мав тенденцію до більш значного зменшення порівняно з початком тижня. Так, систолічний тиск у дівчаток зменшився на 2%, а у хлопчиків на 7% ($p < 0,01$), а діастолічний – відповідно на 7,3% ($p < 0,01$) і 8,5% ($p < 0,05$).

Переважання у школярів зрушень АТ в сторону його зменшення до кінця семестру пояснюється втому, що розвивається під впливом розумового та статичного навантаження, а також більш низьким функціональним станом ССС учнів.

Високий АТд у вересні (I півріччя), як у дітей 1 класу так і у дітей 5 класу свідчить про гіподинамію і викликає схильність до системного спазму дрібних судин, тому АТд можна використовувати як один з діагностичних показників реакції організму школярів на навчальні навантаження.

ЧСС у дівчаток трохи вища, ніж у хлопчиків. Протягом навчального року ЧСС знижується як у дівчаток, так і у хлопчиків.

Високий рівень ЧСС на початку тижня як у дітей 1 класу так і у дітей 5 класу і подальше його зниження можливе пов'язано з переважанням симпатичних впливів на серцевий ритм на початку тижня і парасимпатичних впливів в кінці навчального тижня. Причина цього в наявності подвійного

контролю з боку симпатичної і парасимпатичної систем. Також високі значення ЧСС у дітей відзначені на початку навчального року, що, ймовірно, пов'язано з емоційними реакціями організму на входження в навчальний процес. У хлопчиків та дівчаток ця залежність носить достовірний характер.

Так само, як і у дітей 1-х класів показники УОК виявляють тенденцію до збільшення своїх значень і у хлопчиків, і у дівчаток, як до кінця тижня так і до кінця навчального року. При цьому значення ХОК зменшується від початку до кінця навчального року в учнів обох статей.

Вивчення основних гемодинамічних показників ССС дозволили отримати ряд істотних даних.

У обстежених школярів показники гемодинаміки ССС збігалися з належними величинами для даної статеві - вікової групи.

За досліджений час від початку до кінця навчального року з організмом учнів відбулися позитивні перебудови, що відповідають нормам для досліджуваної статево-вікової групи. Виявлено підвищення такого основного показника як УОК за досліджуваний період.

3.3 Порівняльна характеристика артеріального тиску і частоти серцевих скорочень за статтю та віком в різні періоди навчального року

Аналізуючи дані табл. 3.5, можна побачити, що в учнів 1 класу (вік 6 - 7 років) систолічний та діастолічний тиск більше у дівчаток, ніж у хлопчиків.

Різниця АТс в вересні склала 1,9%, різниця АТд – 1,8%. АТ в квітні у дівчаток теж вище ніж у хлопчиків, різниця АТс склала 1,8%, АТд – 0,4%.

Таблиця – 3.5 Різниця АТ, ЧСС за статтю та за віком в різні періоди навчального року (в вересні та квітні), %

Клас	Стать % різниця	Вересень			Квітень		
		АТс (мм рт. ст.)	АТд (мм рт. ст.)	ЧСС (уд/хв.)	АТс (мм рт. ст.)	АТд (мм рт. ст.)	ЧСС (уд/хв.)
	1	2	3	4	5	6	7
1 клас	Дівчата	100,3	58,0	95,4	98,5	56,5	88,7
		±	±	±	±	±	±
	2,3	1,5	2,3	2,0	0,8	2,9	
	Хлопчики	98,4	57,0	88,3	96,8	56,3	83,5
±		±	±	±	±	±	
	2,0	0,8	2,0	1,3	0,9	2,0	
	% різниця між показниками дівчаток і хлопчиків 1 класу	1,9%	1,8%	8,0%	1,8%	0,4%	6,2%
5 клас	Дівчата	105,0	59,7	81,7	104,8	58,2	75,4
		±	±	±	±	±	±
	0,9	1,3	1,5**	1,1	0,9	1,2	
	Хлопчики	108,2	60,5	74,4	103,6	59,5	72,7
±		±	±	±	±	±	
	1,3	1,3	1,6	1,7	1,6	2,0	
	% різниця між показниками дівчаток і хлопчиків 5 класу	3,0%	1,3%	9,8%	1,2%	2,2%	3,7%

1	2	3	4	5	6	7
% Різниця між дівчатами 1 та 5 класів	4,5%	2,8%	16,8%	6,0%	2,9%	17,6%
% Різниця між хлопчиками 1 та 5 класів	9,1%	5,8%	18,7%	6,6%	5,4%	14,9%

Примітки:

** – $p < 0,01$ достовірність відмінностей показників між хлопчиками та дівчатами;

1. АТд – діастолічний тиск;
2. АТс – систолічний тиск;
3. ЧСС – частота серцевих скорочень;

Починаючи з 5 класу (11 - 12 років) тиск у хлопчиків поступово збільшується порівняно з дівчатками. АТс у хлопчиків в вересні більше ніж у дівчаток на 3%, а АТд вище на 1,3%. В квітні АТс стає більше у дівчаток, різниця склала 1,2%. Щодо АТд, то в квітні, так як і в вересні цей показник більше у хлопчиків, ніж у дівчаток. Різниця в квітні АТд склала 2,2%.

Досить суттєві розбіжності з нашими даними стосовно співвідношення між показниками АТ в учнів спостерігали Н. М. Коренева [91] і Г. С. Ярова [92]. Згідно з їхніми даними, середні величини АТ у хлопчиків були вище, ніж у дівчаток до 11 років. З 12 до 15 років ці показники у дівчаток вище, ніж у хлопчиків, а починаючи з 16 років АТ у хлопчиків знову стає вище. Ці дані були отримані більше 35 років тому.

Деякий зсув відмінностей середнього АТ у хлопчиків і дівчаток на більш ранній термін, ймовірно, можна пояснити більш раннім статевим дозріванням сучасних дітей.

З віком відбувається поступове зменшення ЧСС, причому, у дівчаток в різні вікові періоди в нашому випадку 6 - 7 та 11 - 12 років ЧСС вище, ніж у хлопчиків. Так для дітей 1 класу ця різниця склала в вересні та квітні 8% та 6,2% відповідно. Для дітей 5 класу 9,8% та 3,7% відповідно.

Аналіз проведеної роботи показав, що від 1 класу до 5 класу спостерігалось закономірне збільшення АТ і зменшення ЧСС.

Якщо порівнювати АТ дівчаток 1 та 5 класів між собою, то можна побачити, що у дівчаток 5 класу в вересні АТс більше ніж у дівчаток 1 класу на 4,5%, АТд на 2,8%, в квітні ця різниця склала 6% та 2,9% відповідно. Аналогічна ситуація склалася з хлопчиками. Так АТс у хлопчиків 5 класу більше, ніж у хлопчиків 1 класу на 9,1%, АТд – на 5,8%, в квітні ця різниця склала 6,6% та 5,4% відповідно. Підвищення тиску з віком йде паралельно зростанню швидкості поширення пульсової хвилі по судинах м'язового типу і пов'язане з підвищенням їх тонусу.

Аналізуючи ЧСС у дівчаток різних вікових груп, можна побачити іншу картину, ніж з АТ. Так ЧСС у дівчаток 1 класу більше, ніж у дівчаток 5 класу. В вересні ця різниця склала 16,8%, в квітні – 17,6%. Аналогічна ситуація стосовно зменшення ЧСС з віком спостерігається і у хлопчиків. ЧСС в вересні у хлопчиків 1 класу більше за ЧСС хлопчиків 5 класу на 18,7% в квітні – на 14,9%. Неухильне зменшення пульсу з віком, є результат зміни лабільності синусового вузла і становлення більш досконалих форм нейрогуморальної регуляції серця і перш за все посилення тонічних впливів блукаючого нерва.

3.4 Визначення індексу функціональних змін дітей 1 та 5 класів

Оцінка рівня функціонування системи кровообігу за ІФЗ забезпечує системний підхід до вирішення завдання кількісного виміру рівня здоров'я. ІФЗ дітей 1 та 5 класів представлений в табл. 3.6. Можна побачити, що показник ІФЗ на початку року вище, ніж в кінці, як у дітей 1 класу, так і у дітей 5 класу.

Таблиця 3.6 – Показники рівня функціонування системи кровообігу дітей 1 та 5 класів за ІФЗ

Клас	Стать	Індекс функціональних змін	
		Вересень (I півріччя)	Квітень (II півріччя)
1	д.	$2,51 \pm 0,03$	$2,4 \pm 0,05$
	х.	$2,38 \pm 0,05$	$2,3 \pm 0,04$
5	д.	$2,38 \pm 0,03$	$2,3 \pm 0,02$
	х.	$2,35 \pm 0,04$	$2,26 \pm 0,03$

Примітки:

1. Д – дівчата;
2. Х – хлопчики

Аналізуючи результати ССС учнів (дітей і підлітків) необхідно враховувати такий факт як індивідуальні варіанти параметрів кровообігу, які можуть різнитися за характером регуляції ритму серця, діастолічного та систолічного тиску і т.д. Беручи це до уваги, при оцінці рівня функціонування системи кровообігу вивчалися зрушення кровообігу в процесі адаптації до навчальних навантажень з урахуванням індивідуального початкового рівня [93].

На наведеному нижче рис. 3.1 (а, б) представлена оцінка рівня здоров'я дітей 1 та 5 класів, отримана за допомогою розрахунку ІФЗ.

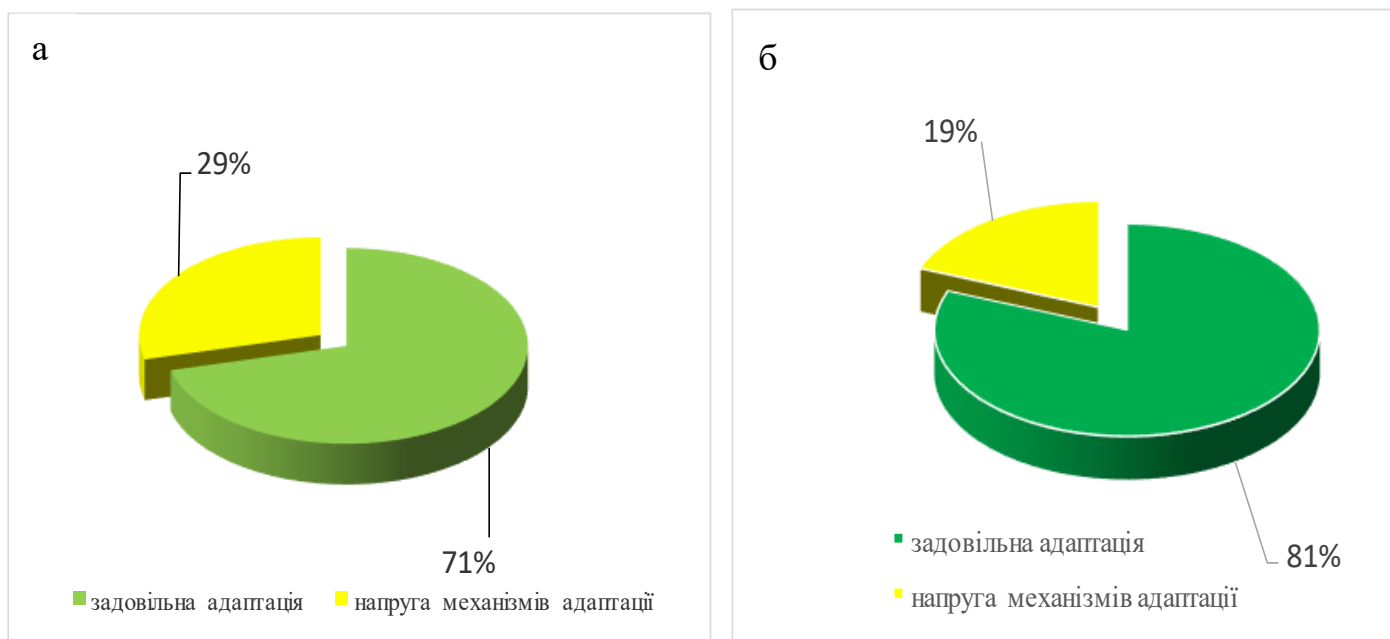


Рисунок 3.1 – а) відсоткове співвідношення індивідуальних показників ІФЗ дітей 1-го класу з на початку навчального року (вересень); б) відсоткове співвідношення індивідуальних показників ІФЗ дітей 5-го класу з на початку навчального року (вересень)

Кольори діаграми відповідають системі «Світлофор». Зелений колір свідчить про оптимальний рівень здоров'я учнів. Так з задовільним рівнем адаптації виявилось 71% дітей 1-го класу та 81% дітей 5-го класу на початку навчального року, тобто в вересні. Жовтий колір свідчить про донозологічний стан, тобто напрузі механізмів адаптації. У цю зону увійшли 29% дітей 1-го класу та 19% дітей 5-го класу. Цікавим виявився факт, що в досліджуваних групах значень ІФЗ з незадовільною адаптацією не спостерігалось, з цієї причини «червона зона», в нашому випадку, у «Світлофора» відсутня.

З цих рисунків можна побачити, що відсоток дітей із задовільною адаптацією в 5-му класі більше, а саме на 10%, ніж у дітей 1-го класу, що може

свідчати про стабілізацію функціонального стану учнів 5-го класу до навчальних навантажень.

На наступному рис. 3.2 (а, б) представлено відсотковий розподіл індивідуальних значень ІФЗ дітей 1 та 5 класів, дослідження проводилося в кінці навчального року, тобто в квітні. Із задовільним рівнем адаптації виявилось 83% дітей 1-го класу та 93% дітей 5-го. З напругою механізмів виявилось 17% дітей 1-го класу та 7% дітей 5-го. Тобто можна побачити на даних рисунках, відсоткове співвідношення дітей 1 та 5 класів до кінця навчального року в групі з напругою механізмів адаптації стало менше. Причому їх кількість зменшилася на 12% в порівнянні з початком року, що ще раз підтверджує факт стабілізації механізмів адаптації і пристосування організму учнів до навантаження.

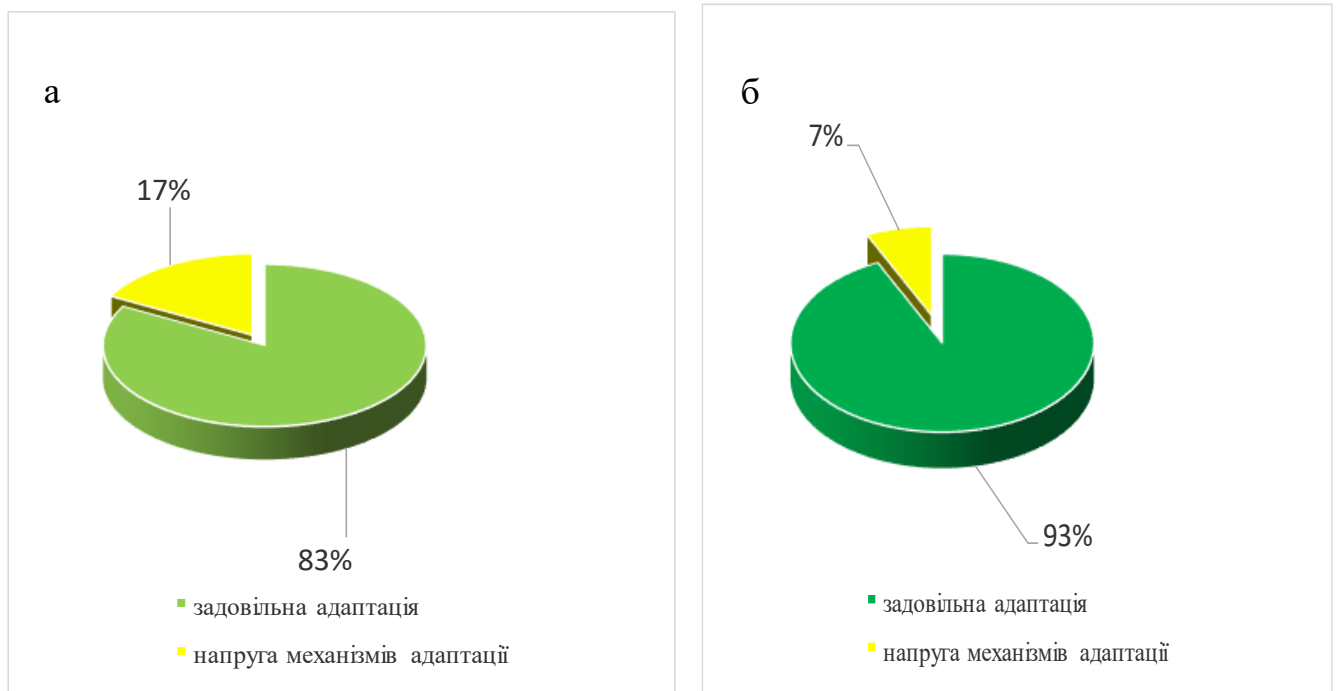


Рисунок 3.2 – а) відсоткове співвідношення індивідуальних показників ІФЗ дітей 1-го класу в кінці навчального року (квітень); б) відсоткове співвідношення індивідуальних показників ІФЗ дітей 5-го класу в кінці навчального року (квітень)

Аналіз ІФЗ, який є одним з основних індексів, свідчить про індивідуальні підвищення можливостей адаптації організму школярів, стабілізації функціонального стану останніх до навчальних навантажень в даній школі. Все вищесказане свідчить про перехід організму школярів на економний рівень функціонування їх організму [93].

Загальна спрямованість змін вивчених функцій ССС, а також адаптаційні можливості організму школярів, отримані за допомогою ІФЗ, дозволяє резюмувати – все перераховане свідчить про сприятливу довгострокову адаптацію такої лабільною і реактивної системи організму, як ССС, у випробовуваних в досліджуваній групі.

3.5 Визначення вегетативного індексу в учнів

При розрахунку ряду інтегральних показників діяльності ССС можна охарактеризувати тонус вегетативних нервових впливів і відповідно характер вегетативної регуляції системного кровообігу [94].

В цілому тонус вегетативної нервової системи розглядається як один із проявів гомеостатичного стану і в той же час як один з механізмів його стабілізації. При цьому симпатична частина вегетативної нервової системи розглядається як система тривоги, мобілізації функціональних ресурсів. Завдання відновлення і накопичення енергетичних ресурсів бере на себе парасимпатична нервова система [94].

В цілому, ВІК в більшій мірі відображає стан судинного тонузу і вплив симпатичної нервової системи на пейсмекерні клітини, в яких відбувається генерація ритму серцевої діяльності. Підвищення ВІК пов'язано з порушенням відповідності між руховим і статичним компонентом в режимі дня і напругою нейрогенних механізмів регуляції серцевого ритму і тонузу судин в умовах переважання статичного компонента в образі життя сучасної дитини. В його

основу покладено той факт, що при симпатикотонії ЧСС зростає, а АТд падає, при парасимпатикотонії ЧСС зменшується, а АТд зростає. З цього випливає, що зниження або збільшення співвідношення АТд до ЧСС, призводить до зсувів ВІК у бік негативних чи позитивних значень.

За даними АТ і ЧСС, отриманим на початку дослідження (вересень) та в кінці дослідження (квітень) проведено розрахунок середніх величин ВІК. Дані представлені в табл. 3.7 і 3.8.

Таблиця 3.7 – Показники гемодинаміки учнів 1 і 5 класів на початку навчального року (вересень)

Клас	Стать	Артеріальний тиск		ЧСС, уд/хв	ВІ, %
		Систолічний тиск, мм рт.ст.	Діастолічний тиск, мм рт.ст.		
1	д	100,3 ± 2,3	58,1 ± 1,5	95,4 ± 2,3	38,79 ± 1,9
	х	98,4 ± 2,6	57,1 ± 0,8	88,3 ± 2,0	35,05 ± 1,5
5	д	105 ± 0,9	59,7 ± 1,3	81,4 ± 1,5	26,74 ± 1,6
	х	108,2 ± 1,3	60,5 ± 1,3	74,4 ± 1,6	17,94 ± 2,6

Примітки:

1. Д – дівчата;
2. Х – хлопчики;
3. ЧСС – частота серцевих скорочень;
4. ВІ – вегетативний індекс

Після народження у дітей переважають механізми симпатичної регуляції ССС, що виражається в значній ЧСС в стані спокою. У міру зростання дитини

це переважання стає менш вираженим, підвищується тонуc парасимпатичних впливів [94].

З табл. 3.7 видно, що в учнів 1 класу (6 - 7 років) середні величини ВІ для дівчаток і хлопчиків (38,8% і 35% відповідно) вище, ніж у учнів 5 класу (11 - 12 років) – 26,7% і 17,9%. Тобто ВІ зменшився на 12,1% у дівчаток та на 17,1 % у хлопчиків. Особливістю цього вікового періоду (6 - 10 років) є переважання симпатичної регуляції діяльності ССС.

Починаючи з 5 класу (11 - 12 років), в регуляції діяльності системи кровообігу збільшується парасимпатичний вплив нервової системи, однак, переважним залишається ще симпатичний.

Таблиця 3.8 – Показники гемодинаміки учнів 1 і 5 класів в кінці навчального року (квітень)

Клас	Стать	Артеріальний тиск		ЧСС, уд/хв	ВІ, %
		Систолічний тиск, мм рт.ст.	Діастолічний тиск, мм рт.ст.		
1	д	98,5 ± 2,0	56,5 ± 0,8	88,7 ± 2,9	35,63 ± 2,5
	х	96,8 ± 1,3	56,2 ± 0,9	83,5 ± 2,0	32,29 ± 1,8
5	д	104,8 ± 1,0	58,2 ± 0,9	75,4 ± 1,2	22,4 ± 1,7
	х	103,6 ± 1,7	69,5 ± 1,6	72,4 ± 2,0	16,92 ± 3,5

Примітки:

1. Д – дівчата;
2. Х – хлопчики;
3. ЧСС – частота серцевих скорочень;
4. ВІ – вегетативний індекс

Порівнюючи показники ВІ в учнів у вересні і квітні, можна зробити наступний висновок: за досліджений період у дітей всіх вікових груп спостерігається зменшення симпатичних і наростання парасимпатичних впливів на серцеву діяльність, про що свідчать середні величини значень ВІК (табл. 3.8).

У школярів 1 і 5 класів спостерігається зменшення ВІ в квітні порівняно з вереснем.

3.6 Зміни функціональних особливостей серцево-судинної системи дітей з різним рівнем навчального навантаження

Результати дослідження фізичного розвитку у дітей з різним ступенем навчального навантаження (табл. 3.9) виявили певні особливості, які виразилися в тому, що досліджені діти одного віку експериментальної (Е) і контрольної (К) груп по масі тіла і по росту не відрізнялися між собою ($p > 0,05$). При цьому потрібно зазначити, що ІМТ у дітей, які навчаються за експериментальною і стандартною навчальними програмами, достовірно підвищується з їх віком. У той же час було виявлено, що у дітей експериментальної групи показники ІМТ були трохи вище. Певні відмінності в залежності від навчального навантаження представлені в табл. 3.10. Отримані дані свідчать, що питома вага дітей зі сприятливими показниками градації, тобто із середніми значеннями ІМТ, в контрольній групі вище в порівнянні з часткою дітей цієї ж градації в експериментальній групі [95]. Найвища частка дітей із сприятливими показниками ІМТ відзначена у дітей у віці 11 - 12 років як контрольної групи (93%), так і експериментальної групи (90%). Це свідчить про те, що частка дітей з гармонійним фізичним розвитком з віком збільшується. Таким чином, проблема гармонійності антропометричних показників залишається гострою проблемою в стані здоров'я дітей.

Таблиця 3.9 – Індекс маси тіла і функціональні параметри у школярів 6 - 7 та 11 - 12 років

Показники	Групи	6 - 7 років (1 клас)	11 - 12 років (5 клас)
ІМТ, кг/м ²	Е	16,27 ± 0,59	17,91 ± 0,23
	К	15,35 ± 0,47	17,58 ± 0,2
ІР, ум.од.	Е	89,86 ± 2,19*	83,37 ± 1,66
	К	83,66 ± 2,17	77,47 ± 1,53
ІФЗ, бали	Е	2,44 ± 0,03*	2,35 ± 0,02
	К	2,36 ± 0,03	2,28 ± 0,02
ВІ, %	Е	35,25 ± 1,22	23,01 ± 1,66
	К	33,61 ± 1,5	19,92 ± 1,85

Примітки:

* - $P < 0,05$ при порівнянні показників Е і К груп

1. ІМТ– індекс маси тіла;
2. ІР – індекс Робінсона;
3. ІФЗ – індекс функціональних змін;
4. ВІ – вегетативний індекс;
5. Е – експериментальна група;
6. К – контрольна група;
7. ум. од. – умовні одиниці

Середні значення ІР (табл. 3.9) вказують на те, що середні значення даного показника у дітей експериментальної групи в першому класі були нижче середнього (90 ум.од.), що говорить про недостатні функціональні резерви ССС; функціональні резерви ССС в п'ятому класі в межах середніх норм (83 ум.од.). У дітей контрольної групи спостерігається трошки інша картина: середні значення ІР в першому і п'ятому класах були на рівні середньої норми (83 і 77

ум.од. відповідно). В той же час аналіз вікового розподілу дітей по градації ІР (сприятливі і несприятливі) показує, що частка дітей зі сприятливими показниками в експериментальній групі була нижчою в 6 - 7 років (72%) у порівнянні з контрольною групою (88%) на 16% ($p \leq 0,05$), а вже в наступній віковій групі 11 - 12 років цей показник в експериментальній групі склав 88%, що на 5% менше, ніж у контрольній групі (93%), $p \leq 0,05$. Це дозволяє визнати, що підвищене навчальне навантаження несприятливо впливає на резерви функціонального стану ССС.

Таблиця 3.10 – Розподіл індивідуальних величин індексу маси тіла і функціональних показників школярів 6 - 7 та 11 - 12 років за якісними градаціями (у відсотках)

Показники	Градація	Групи	6 - 7 років (1 клас)	11 - 12 років (5 клас)
1	2	3	4	5
ІМТ, кг/м ²	сприятлива	Е	60	90
		К	75	93
	несприятлива	Е	40	10
		К	25	7
ІР, ум.од.	сприятлива	Е	72	88
		К	88	93
	несприятлива	Е	28	12
		К	12	7
ІФЗ, бали	сприятлива	Е	72	85
		К	88	93
	несприятлива	Е	28	15
		К	12	7

1	2	3	4	5
ВІ, %	сприятлива	Е	0	20
		К	0	29
	несприятлива	Е	100	80
		К	100	71

Примітки:

1. ІМТ – індекс маси тіла;
2. ІР – індекс Робінсона;
3. ІФЗ – індекс функціональних змін;
4. ВІ – вегетативний індекс;
5. Е – експериментальна група;
6. К – контрольна група;
7. ум. од. – умовні одиниці

Середні величини ІФЗ протягом всього періоду спостережень у дітей Е і К груп були нижче 2,6 бала (табл. 3.9), що дозволяє вважати, що у всіх дітей відзначалася задовільна адаптація. Причому вікове порівнювання середніх величин ІФЗ дітей зі сприятливою градацією по даному показнику в залежності від навчального навантаження виявило і в 1, і в 5 класах. Розподіл індивідуальних величин ІФЗ за якісними градаціями (табл. 3.10) на початку шкільного навчання (в 6 - 7 років) виявляє велику частку дітей з задовільною адаптацією (88%) в К групі в порівнянні з Е групою (72%), а в 11 - 12 років в обох групах відбувається збільшення частки дітей із задовільними параметрами адаптації (85% і 93% відповідно, ($p \leq 0,05$)).

Середні величини ВІК, що характеризує функціональний стан вегетативної нервової системи, у дітей експериментальних груп 1 і 5 класах були істотно вище, ніж у їхніх однолітків контрольної групи. Це можна

розглядати як посилення впливу симпатичного тону вегетативної нервової системи на ССС в зв'язку з підвищеним навчальним навантаженням в Е групі. Слід зазначити, що в 5 класі відбувається посилення впливу парасимпатичного відділу. Ця особливість, мабуть, пов'язана з ендогенними перебудовами організму дітей. Градація дітей по якісній оцінці ВІК показала, що частка дітей, у яких індивідуальні показники ВІК розглядалися як посилення симпатичного впливу на ССС, в Е групі була більше, ніж в К групі в 11 - 12 років, а в 6 - 7 років по якісній градації ВІК був на одному рівні.

Безсумнівно, отримані результати свідчать про те, що показники адаптації дітей до шкільного середовища з різним навчальним навантаженням за параметрами градації фізичного розвитку і функціонального стану дитячого організму відображають підвищену фізіологічну ціну адаптації в 6 - 7 та 11 - 12 років у дітей Е групи [95].

Сприятливі градації по кожному показнику включали: задовільний росто-ваговий показник (ІМТ); високі і середні резерви функцій ССС (ІР); задовільний стан ІФЗ ССС; врівноваженість симпатичних і парасимпатичних впливів ВІК. Несприятливі градації включали відхилення в ту або іншу сторону від параметрів, віднесених до сприятливої градації [95].

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Тема роботи «Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку». В ході написання даної роботи я дотримувалась правил техніки безпеки та охорони праці. Перед початком роботи науковим керівником був проведений інструктаж з питань охорони праці згідно діючих інструкцій та ДСТУ 2293:2014 [97].

Основними небезпечними виробничими факторами при виконанні цієї роботи є: електричне обладнання і легкозаймисті та пожежонебезпечні матеріали.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [97].

Техніка безпеки є складовою охорони праці, яка розглядає організаційні та технічні методи гарантування безпеки праці. Основним змістом заходів з техніки безпеки є профілактика травматизму, тобто запобігання нещасним випадкам.

Обробка результатів досліджень проводилася з застосуванням комп'ютерної техніки. При роботі з комп'ютером необхідно дотримуватися деяких правил, що забезпечать тривалу експлуатацію комп'ютера та зведуть до мінімуму шкідливий вплив деяких факторів на організм працюючого. Робота на комп'ютері пов'язана з навантаженням на зір та опорно-руховий апарат. Вплив на зір апаратура здійснює через такі фактори, як яскравість зображення, колір, відповідність символів, відстань між рядками, стійкість зображення [98].

До роботи на комп'ютері допускаються особи, що пройшли навчання та інструктаж з охорони праці. Усі особи, що працюють на комп'ютері, повинні

знати міри захисту та прийоми надання першої долікарської допомоги при ураженні електричним струмом.

Основним обладнанням робочого місця користувача комп'ютера є монітор, системний блок та клавіатура.

Робочі місця мають бути розташовані на відстані не менше 1,5 м від стіни з вікнами, від інших стін на відстані 1 м, між собою на відстані не менше 1,5 м. Відносно вікон робоче місце доцільно розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно зліва [99].

Робочі місця слід розташовувати так, щоб уникнути попадання в очі прямого світла. Джерела освітлення рекомендується розташовувати з обох боків екрану паралельно напрямку погляду. Для уникнення світлових відблисків екрану, клавіатури в напрямку очей користувача, від світильників загального освітлення або сонячних променів, необхідно використовувати антиполюсові сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки, на вікнах - жалюзі.

Фільтри з металевої або нейлонової сітки використовувати не рекомендується, тому що сітка спотворює зображення через інтерференцію світла. Найкращу якість зображення забезпечують скляні поляризаційні фільтри. Вони усувають практично всі відблиски, роблять зображення чітким і контрастним.

При роботі з текстовою інформацією (в режимі введення даних та редагування тексту, читання з екрану) найбільш фізіологічним правильним є зображення чорних знаків на світлому (чорному) фоні.

Монітор повинен бути розташований на робочому місці так, щоб поверхня екрана знаходилася в центрі поля зору на відстані 400 – 700 мм від очей користувача. Рекомендується розміщувати елементи робочого місця так, щоб витримувалася однакова відстань очей від екрана, клавіатури, тексту [98].

Зручна робоча поза при роботі з комп'ютером забезпечується регулюванням висоти робочого столу, крісла та підставки для ніг. Раціональною робочою позою може вважатися таке положення, при якому ступні працівника розташовані горизонтально на підлозі або підставці для ніг, стегна зорієнтовані

у горизонтальній площині, верхні частини рук - вертикальні. Кут ліктьового суглоба коливається в межах $70 - 90^\circ$, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20° , нахил голови $15 - 20^\circ$.

Для нейтралізації зарядів статичної електрики в приміщенні, де виконується робота на комп'ютерах, в тому числі на лазерних та світлодіодних принтерах, рекомендується збільшувати вологість повітря за допомогою кімнатних зволожувачів. Не рекомендується носити одяг з синтетичних матеріалів [99].

Необхідно передбачити дотримання регламентованих перерв, активне їх проведення, регулярне заняття виробничою гімнастикою, рівномірне розподілення завдань.

Під час роботи комп'ютера екран дисплея є джерелом електромагнітного випромінювання, яке руйнує зір, викликає втоми, знижує працездатність. Через це треба, щоб очі користувача знаходилися на відстані $60 - 70$ см від екрана, а безперервна робота за комп'ютером тривала не більше 25 хв.

Організація робочого місця: клавіатура розташована на оптимальній висоті, і має підставку для рук, що підвищує зручність роботи та не спричиняє порушень кровообігу кінцівок. Крісло збудовано з урахуванням анатомії людини, і забезпечує нормальний кровообіг нижніх кінцівок.

Після кожних двох годин роботи влаштовувалась перерва в роботі (10 – 15 хвилин), під час якої виконувались гімнастичні вправи для зняття напруження з м'язів та спеціальні вправи для зняття зорової втоми [99].

При виникненні аварійної ситуації металоконструкції електронно-обчислювальна машина (ЕОМ) опинилася під напругою. При доторканні до неї відчувається проходження струму. При спалахуванні проводки в середині апаратури – необхідно вимкнути електроспоживання ЕОМ, вимкнувши вилку. При необхідності гасіння пожежі використати вогнегасник. При виникненні аварійної ситуації повідомити підрозділ. Після закінчення робіт необхідно від'єднати апаратуру від електромережі [100].

На всі види робіт, що являють собою потенціальну небезпеку повинна бути підготовлена документація, що узгоджується з керівником робіт. Щоб запобігти виникненню нещасних випадків, пожеж і вибухів студентам слід вивчити і чітко виконувати правила з техніки безпеки, виробничої санітарії й пожежної профілактики. З метою запобігання нещасним випадкам в навчальній аудиторії, експерименти треба проводити акуратно, уважно та з достатнім знайомством із приладами, інструментами, властивостями речовин і правилами безпеки робіт. Допуск до самостійної роботи студентів проводиться після проходження вступного інструктажу з охорони праці з документальним оформленням у журналі. Студенти, лаборанти та викладачі повинні бути в спеціальному одязі (халат, окуляри, маска, рукавички) в залежності від виду роботи, котра безпосередньо виконується під час лабораторної роботи [101].

Всі прилади, котрі використовуються в робочій зоні повинні бути заземлені. Студент може відмовитись від дорученої роботи, якщо склалася виробнича ситуація, що небезпечна для життя чи здоров'я, або оточуючих його товаришів.

Студенти повинні одягти спеціальний одяг і отримати дозвіл на виконання роботи. Не дозволяється знаходитись в робочій зоні у верхньому одязі. Перевірити захисне заземлення (занулення) на приладах, котрі будуть задіяні у роботі. Упевнитись в наявності засобів гасіння вогню і надання першої долікарської допомоги. Перед початком роботи уважно ознайомитись із правилами безпеки робіт, обладнанням та отримати дозвіл викладача розпочати роботу [101].

При роботі з дітьми шкільного віку я ніколи не працювала самостійно, так як наявність другої особи необхідна для надання допомоги при нещасних випадках. Я використовувала при роботі як колективні так і індивідуальні засоби та заходи. Працювала у зручному одязі, який не стримував рухів, мала свій окремий рушник для витирання рук. Робоча зона в якій проводиться дослідження являє собою окреме приміщення, в ньому формується свій мікроклімат, який впливає на здоров'я людини. Під оптимальними

мікрокліматичними умовами розуміють такі сполучення характеристик мікроклімату, які забезпечують при систематичній дії нормальне функціонування організму не напружуючи механізми терморегуляції. Показники, які характеризують мікроклімат: відносна вологість повітря, температура повітря, швидкість руху повітря, атмосферний тиск [101, 102, 103].

Температура повітря повинна бути в оптимальному діапазоні $18^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}$. Швидкість руху повітря у приміщенні – $0,25 - 0,3$ м/с. Відносна вологість повітря $60 - 70\%$ [104].

Атмосферний тиск в робочій зоні такий, як і в навколишньому середовищі. Оптимальним вважають атмосферний тиск – 760 мм. рт. ст. Людина же може виконувати роботу в інтервалі $550 - 950$ мм. рт. ст.

Важливу роль при роботі має провітрювання. Склад повітря: кисень – $20,93\%$; вуглекислий газ – $0,04\%$; азот – 78% ; інертні гази – $0,94\%$. Провітрювання необхідно для відновлення концентрації кисню в повітрі закритого приміщення та для зниження концентрації вуглекислого газу. Щоб запобігти переохолодженню та пов'язаних з цим захворювань надмірних протягів не влаштовувала [104].

Дуже важливі вимоги до освітлення, тому що постійно при роботі напружуються зорові аналізатори. В робочій зоні повинні дотримуватися наступних принципів раціонального освітлення: достатності, рівномірності, контрастності, яскравості, правильності напрямку світлового потоку (оптимальна орієнтація вікон: південь, схід, південний схід) [105].

Природне освітлення. Будівельними нормами встановлені значення КПО (коефіцієнт природної освітленості): у навчальних аудиторіях не менше ніж $1,5\%$; в лабораторіях не менш ніж $2,0\%$. СК (світловий коефіцієнт) повинен бути в межах $1 : 4 - 1 : 5$. Відстань між вікнами (ширина простінків) – не більше $0,5$ м. Коефіцієнт заглиблення (співвідношення глибини кімнати до відстані від підлоги до верхнього краю вікна) – не більше 2 , кут падіння – 27° , кут отвору – 5° . Велике значення має колір навколишніх поверхонь та устаткування, від якого залежить коефіцієнт відбиття. Білий колір відбиває $80 - 90\%$ світлових

променів, жовтий та світло-блакитний – 70 – 80%, зелений – 60%, світло-коричневий – 30 – 45%, темно-зелений – 22 – 25% світлових променів.

У разі використання комбінованого освітлення приміщень (природне та штучне) оптимальне співвідношення між світловими потоками від вікна та від джерела штучного освітлення складає 2 : 1 [105].

Правила роботи з електроприладами були вивішені на належному місці. Згідно з цими правилами ніколи не розкривала електрообладнання та не робила в ньому ремонт, не використовувала електроприлади з ушкодженою ізоляцією, а також не працювала з незаземленим обладнанням [106].

Перед початком роботи, прилади перевірялися на справність, перевірялася цілісність дротів та електропилки, проводилася перевірка заземлення (занурення) приладів, для яких це передбачене інструкцією. З усіма приладами працювала обережно та чітко дотримуючись їх інструкцій. Після закінчення дослідів, а також коли прилад був тимчасово не потрібен він був відключений від електромережі. Використовувалися лише діючі прилади, що пройшли обов'язковий профілактичний огляд та перевірку [107].

Електротравми можуть виникати при пошкодуючій дії напруги. Рятування потерпілого від електротравми повинно починатися зі звільнення його від впливу струму. По-перше, для зупинення дії струму краще всього повернути вимикач, вимкнути рубильник, вивернути пробки на щітку. Якщо це з певних причин не можливо, треба звільнити потерпілого від електричного проводу. Для цього потрібно одягти гумові рукавички або обмотати руки шматком шовкової тканини і користуватися сухою дерев'яною палкою. По-друге, при відсутності ознак життя після звільнення потерпілого від дії електричного струму потрібно почати проведення реанімаційних заходів і відвезти потерпілого в лікарню [108].

Дотримувалась правил протипожежної безпеки. При виникненні пожежі, в першу чергу, дії повинні бути спрямованні на забезпечення безпеки та евакуації людей. При виявленні пожежі необхідно вимкнути від енергопостачання прилади та обладнання; приступити до гасіння пожежі

первинними засобами пожежогасіння, а при можливості здійснення даних дій, вийти з приміщення, щільно зачинити за собою двері та вікна щоб запобігти приливу свіжого повітря, що сприятиме швидкому поширенню вогню. Негайно викликати пожежну охорону [109].

Перша допомога починається з того, що потерпілого необхідно винести на свіже повітря або забезпечити притік свіжого повітря або чистого кисню. Якщо потерпілий не дихає самостійно, починають штучне дихання, а при зупинці кровообігу і непрямий масаж серця. Але головне – це швидше доставити потерпілого в реанімаційне відділення [110, 111].

У разі виникнення непередбаченої ситуації змогла б застосувати знання, отримані при вивченні охорони праці, надати медичну допомогу у разі потреби, знаючи, що перша медична допомога потерпілим повинна надаватись негайно та правильно. У всіх випадках потерпілому забезпечується спокій, приток свіжого повітря. При роботі в лабораторії можуть виникати травми різного характеру внаслідок невмілого використання приладів та ін. Будь-яку рану очищують від забруднення, змазують краї настойкою йоду (рану промивати водою не можна), її дезінфікують 3% розчином перекису водню, накладають стерильну пов'язку [112].

При роботі в робочій зоні з дітьми одягала спецодяг (халат з бавовняної тканини) згідно ст. 163 кодексу законів про працю України і ДНАОП 0.00-4.26-96. У тканині не повинно бути добавок синтетичних волокон, тому що у випадку займання оплавлені частини халату важко видалити з одягу [113].

Працюваба досить обережно, так як дослід був пов'язаний з застосуванням тонометру, який здатен завдати шкоди при вимірюванні тиску дорослою манжеткою, тому що дитячі тканини дуже тоненькі і легко ранимі.

У разі виникнення екстремальної ситуації треба негайно повідомити керівника робіт.

У разі виникнення напруги в корпусах на обладнанні, яке використовується, треба вимкнути мережу чи прилад. При попаданні під дію електричного струму працюючого студента, треба негайно вимкнути напругу,

звільнити його з-під дії струму та надати першу долікарську допомогу. При виникненні пожежі, знати місце знаходження засобів пожежогасіння, вміти використовувати вуглекислотний або порошковий вогнегасник та різні підручні засоби. У всіх випадках виникнення екстремальних ситуацій треба вміти надати першу долікарську допомогу [112].

У навчальних аудиторіях, лабораторіях та кабінетах необхідно розміщати тільки необхідні для забезпечення навчального процесу меблі, а також прилади, обладнання, речі та інше, які повинні зберігатись та стаціонарно установлених стійках. Після закінчення занять всі пожежовивбухонебезпечні матеріали і обладнання повинні бути прибрані із навчальних приміщень в спеціально відведені і обладнані приміщення. Число робочих (парт) місць в учбових приміщеннях не повинно перевищувати граничної нормативної наповнюваності груп, яка встановлена нормами проектування вищих навчальних закладів. Приміщення повинні підтримуватись в чистоті. Електричні світильники повинні бути обладнані захисними прозорими розсіювачами світла. Настільні лампи, радіоприймачі, обчислювальні машини і т.п. дозволяється включати в мережу за допомогою штепсельних з'єднань промислового виробництва. Всі електроустановки повинні мати захист від струму короткого замикання та інших відхилень від нормальних режимів роботи, що можуть привести до виникнення пожежі. Переносні електросвітильники повинні бути напругою не вище 36 В, виконані з дотриманням правил електробезпечності. Співробітники повинні знати пожежну безпеку хімічних речовин та матеріалів, які використовуються в навчальному та науковому процесах, способи їх гасіння і дотримуватись правил безпеки при роботі з ними. Забороняється користуватись відкритим вогнем та легкозаймистими матеріалами. Виходячи з приміщення не забувайте: виключати освітлення, електроприлади і електроустаткування, перевіряти відсутність диму чи запаху горілого, закривати приміщення на замок [106, 114, 115]

Таким чином, знання правил техніки безпеки дозволило мені уникнути травмування під час виконання кваліфікаційної роботи.

ВИСНОВКИ

Виконана робота дозволяє зробити ряд висновків.

1. Виявлено чітку тенденцію зниження АТ, ЧСС та збільшення УОК в процесі навчальної діяльності дітей обох статей 1 і 5 класів впродовж тижня, та впродовж навчального року. За показниками ХОК не виявлено чіткої тенденції зниження протягом тижня, у дітей 1 та 5 класу. У дітей обох статей 5 класу за ХОК виявлена тільки тенденція до зниження впродовж навчального року.

2. Встановлено, що АТ і ЧСС у дівчаток 6 - 7 років більше, ніж у хлопчиків цієї вікової групи. У дітей 11 - 12 років АТ у хлопчиків більше, ніж у дівчаток, але залишився ще не стабільним, ЧСС у цієї вікової групи більше у дівчаток. Виявлено закономірне збільшення АТ і зменшення ЧСС з віком.

3. За показниками ІФЗ доведено, що відсоток дітей із задовільною адаптацією в 5-му класі більше на 10%, ніж у дітей 1-го класу. Виявлена симпатикотонія і неефективність роботи системи кровообігу на початку навчального року, як у дітей 1 так і у дітей 5 класів.

4. За результатами аналізу ВІК встановлено, що ССС дітей 1 класу знаходиться під більш вираженим впливом симпатичної нервової системи. В 5 класі, в регуляції діяльності системи кровообігу збільшився парасимпатичний вплив нервової системи, однак, переважним залишився ще симпатичний. Було виявлено зменшення ВІ в квітні порівняно з вереснем у дітей 1 та 5 класів обох статей.

5. За результатами аналізу вікової динаміки розподілу індивідуальних величин ІМТ, ІР, ІФЗ, ВІК у дітей 6 - 7 і 11 - 12 років за якісними градаціями (у %) цих параметрів виявлено, що частка дітей зі сприятливою градацією була більше в групі дітей, які навчаються за стандартною програмою.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати, що отримані під час виконання кваліфікаційної роботи можуть бути використані в навчальному процесі під час викладання дисциплін фізіологічного напрямку, таких як «Фізіологія серцево-судинної системи», «Вікова фізіологія», «Фізіологія людини і тварин», «Основи адаптації», «Великий практикум з фізіології людини і тварин» та інші.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Меерсон Ф. З. Физиология адаптационных процессов. Москва : Наука, 1986. 635 с.
2. Меерсон Ф. З. Адаптация, деадаптация и недостаточность сердца. Москва : Медицина, 1970. 344 с.
3. Motilyanska R. E Sports and health of the younger generation: the theory and practice of physical culture. Health and sports. 2008. No 11. P. 27–29.
4. Тупицын Н. О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников. Москва : Педагогика, 1985. 88 с.
5. Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы детей / Под ред. Семеновой Л. Н. Москва : Педагогика, 1978. 224 с.
6. Антропова М. В., Бородкина Г. В., Кузнецова Л. Н. и др. Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10 - 11 лет. *Физиология человека* : уч. пособие. Москва, 2000. С. 56–61.
7. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. Москва : Медицина, 1997. 235 с.
8. Парин В. В. Возможности защитных приспособлений организма и границы адаптации в условиях максимальных нагрузок и состояния невесомости. *Вестник АМН СССР*. 1962. №4. С. 76–81
9. Klabunde R.E. Concepts of the physiology of the cardiovascular system. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2005. 256 s.
10. Анохин П. К. Конституция человека: Итоги науки и техники. Москва : Медицина, 1991. 149 с.
11. Тихвинский С. Б. Социальные и медико-биологические проблемы физического воспитания с целью увеличения здоровья здоровых детей и

подростков. *Детская спортивная медицина: Руководство для врачей*. Москва : Знание, 1991. С. 13–19.

12. Тупіцин І. О., Андреева І. Г., В.Н. Безобразова І. Г., Догадкіна С. Б. Развитие системы кровообігу. В кн. *Фізіологія розвитку дитини: теоретичні та прикладні аспекти*. Москва : «Освіта від А до Я», 2007. С. 148 – 166.

13. Хрипкова А. Г. Вікова фізіологія : навч. посібник пер. з рос. М. П. Настеки. Київ : Вища школа, 1992. 268 с.

14. Калюжная Р. А. Анализ факторов, определяющих уровень артериального давления у детей и подростков. *Новые исследования по возрастной физиологии*. уч. пособие. Москва : Педагогика, 1978. N.1(10). С. 28–33

15. Bezrukikh M.M. Age Physiology (Developmental Physiology): Teaching Manual for Higher School Students. Moscow : Academy Publishing Centre, 2002. 416 p.

16. Cannon W. B. Organization for physiological homeostasis. *Physiol. Rev.* 1929. Vol. 9, No 3. P.399–431

17. Маркосян А. А. Питання вікової фізіології. Москва : Просвещение, 1974. 223 с.

18. Боташева М. М. Серцево-судинна система і її роль в адаптації. Наукова стаття. 2011. URL: https://www.superinf.ru/view_helpstud.php?id=1648

19. Баевский Р. М. Адаптационные возможности организма и понятие физиологической нормы. XVIII съезд физиологического общества им. И. П. Павлова : Тез. докл. Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2007. 304 с.

20. Аксянова Е. А., Сырцова М. А. Особенности функционального состояния сердечно сосудистой системы у детей 5 - 7 лет. *Гигиена и санитария*. Москва : Медицина, 1980. №4. С. 13–14.

21. Сobotнюк Н. В., Кукса П. Я. К вопросу о состоянии гемодинамики у здоровых подростков и с повышенным артериальным давлением: сборник научных трудов. Омск : Омский мед. институт. Т.135.1979. 220 с.

22. Лебедь А. Н., Шумакова Ю. С., Диденко В. П. Некоторые особенности вегетативной регуляции синусового ритма у здоровых и больных детей. *Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках*. Ставрополь, 1979. Вып. 1. С. 99–105.
23. Русинова С. И. Изменение артериального давления у детей младшего школьного возраста в процессе адаптации к учебной нагрузке: дис. ... канд. биол. наук : 3.00.13. Казань, 1984. 2018 с.
24. Мазурин А. В., Воронцов И. М. Пропедевтика детских болезней. Москва : Медицина, 1985. 432 с.
25. Олешкевич Т. Г. Статистические характеристики ритма сердца у мальчиков разного возраста. *Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках*. Ставрополь, 1979. Вып. 1. С. 85–88.
26. Brown A. M. Receptors under pressure. *An update on baroreceptors*. 1980. V.46, P.1–10. DOI: 10.1161/01.res.46.1.1
27. Фарбер Д. А., Корниенко И. А., Сонькин В. Д. Физиология школьника. Москва : Педагогика, 1990. 64 с.
28. Филеши П. А., Панова Н. А. Суммационная пульсометрия у школьников разного возраста. *Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках*. Ставрополь, 1979. Вып. 1. С. 88–92.
29. Мазо Н. Э. Показатели гемодинамики у сельских школьников Полесья. *Актуальные вопросы кардиологии детского возраста*. Минск : Медицина, 1969. С. 75–80.
30. Шлык Н. И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. Ижевск : изд-во Нижегород. ун-та, 1991. 418 с.
31. Фарбер Д. А., Корниенко И. А., Сонькин В. Д. Физиология школьника. Москва : Педагогика, 1990. 64 с.
32. Аршавський І. А. Фізіологічні механізми і закономірності індивідуального розвитку. Москва : Наука, 1982. 567 с.
33. Bayevsky R. M. Analysis of heart rate variability in space medicine / Bayevsky RM *Physiology of man*. 2002. T. 28, No 2. С. 71

34. Vanravenswaaij C. A., Kollee L. A., Hopman C. V. Heart rate variability. *Ann International Medicine*. 2008. Vol. 118, No 6. P. 436.
35. Finley J.P. Heart rate variability in infant, children and young adults . *Auton. Nerv. Syst.* 1995. Vol. 51, No 2. P. 103–108.
36. Корінчак Л. Вікова фізіологія та шкільна гігієна: навч.-метод. посібник. Умань : ВПЦ «Візаві», 2018. 320 с.
37. Ячная А. Давление у ребенка: норма детского давления по возрастам, отклонения, особенности измерения. *Кардіо-портал: здоров'я серця та судин*. 2017. URL: <https://kardiokbr.ru/ad/davlenie-u-detej.html>
38. Гончарова Г. А. Серцево-судинна система здорових дітей різного віку. URL: <https://medbe.ru/materials/detskaya-reabilitatsiya/serdechno-sosudistaya-sistema-zdorovykh-detey-raznogo-vozhrasta/>
39. Миклашевская Н. И., Соловьева В. С. Ростовые процессы у детей. Москва : Изд-во МГУ, 1988. 183 с.
40. Калюжная Р. А. Актуальные вопросы возрастной кардиологии. *Вопросы физиологии сердечно-сосудистой системы школьников*. Москва : Медицина, 1980. С. 3–17.
41. Кмить Г. В., Рублева Л. В. Возрастные особенности морфологического и функционального развития миокарда у детей 5-9 лет. *Физиология человека*. 2001. № 5. С. 54–59.
42. Тубол И. Б. и др. Уровень артериального давления у школьников 7-17 лет г. Москвы. *Кардиология*. Москва : Медицина, 1980. №4. С. 58–59.
43. Иржанская К. Н., Ходак К. М. Особенности артериального давления у здоровых подростков с различными вариантами развития сердца. *Охрана здоровья детей и подростков*. Киев, 2000. № 3. С. 59–60.
44. Тихли А. К., Спиваков Р. Н., Рукавишникова Д. Н. Сравнительная характеристика показателей артериального давления у школьников с ожирением и нормальным физическим развитием. *Эндокринная патология у детей*. Москва : Медицина, 1977. С. 155–157.

45. Исследования артериального давления у детей. Доклад исследовательской группы ВОЗ. Серия технических докладов. Москва : Медицина, 1986. 37 с.
46. Vafina, E. Z. Regulation of pumping function of the heart in developing body under changing regimens of motor activity. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2016. Vol. 157, No 2. P. 177–179.
47. Abzalov N. I. Mobility of heart pumping function at different motor modes. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2014. No 3. P. 6
48. Павлова В. И., Мамиліна Н. В., Камскова Ю. Г. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості серцево-судинної системи людини: навчально-методичний посібник. Челябінськ : Вид-во ЧФ УРАО, 2017. 147 с.
49. Баранов А. А., Кучма В. Р., Скоблина Н. А. Физическое развитие детей и подростков : Сб. мат-лов (выпуск VI). Москва : «Педиатр», 2013. 192 с.
50. Безруких М. М. Динамика показателей сердечного ритма у младших школьников при адаптации к учебной нагрузке. *Вопросы физиологии сердечно-сосудистой системы школьников*. Москва, 1980. № 5. С. 39–45.
51. Дубровинская Н. В., Фарбер Д. А., Безруких М. М. Психофизиология ребенка. Психофизиологические основы детской валеологии: учебное пособие. Москва : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. 144 с.
52. Казин Э. М., Блинова Н. Г., Литвинова Н. А. Основы индивидуального здоровья человека: учебное пособие. Москва : Владос, 2000. 192 с.
53. Хрипкова А. Г., Антропова М. В., Алферова В. В. Адаптация организма учащихся к учебным и физическим нагрузкам. Москва : Педагогика, 1982. 240 с.
54. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Проблемы адаптации и учение о здоровье : учебное пособие. Москва : РУДН, 2006. 284 с.
55. Айдаралиев А. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Комплексная оценка функциональных резервов организма. Илим : Фрунзе, 1988. 195 с.

56. Микаелян Г. Р., Тарасова А. Д. Психофизиологическое исследование адаптации работников сферы здравоохранения к трудовой деятельности. *«Адаптационная физиология и качество жизни. Проблемы традиционной и инновационной медицины»*: материалы междунар. симп., посвященного 80-летию академика РАМН, Н. А. Агаджаняна, г. Москва 14-16 июня 2008. Москва, 2008. С. 217–219.

57. Панов Ю. П., Филеш П. А. Функциональное состояние сердца у мальчиков школьного возраста по данным интегральной баллистокардиографии. *Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках*. Ставрополь, 1979. Вып. 1. С. 75–94.

58. Gebreab S. Y., Davis S. K., Symanzik J. Geographic variations in cardiovascular health in the United States: contributions of state- and individual-level factors. *Heart. Assoc.* 2015. Vol. 4, No 6. P. 18-26

59. Molino A, Fiorentini A, Tubani L, Martuscelli M, Rossi Fanelli F, et al. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability. *Eur J Clin Nutr.* 2009; 63 (10) : 1263-1265. DOI : 10.1038/ejcn.2009.35

60. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Москва : Медицина, 1979. 298 с.

61. Антропова М. В. Режим, работоспособность и состояние здоровья школьников. Москва : Педагогика, 1974. 135 с.

62. Антропова М. В., Козлов В. И. Физиолого-гигиеническое изучение учебной нагрузки учащихся VII классов в условиях обучения по усовершенствованным программам : сб. наук. трудов. Москва : АПН СССР, 1984. 148 с.

63. Антропова М. В., Козлов В. И. Физиология подростков. Москва : АПН СССР, 1988. 302 с.

64. Григорьева А. В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и умственная работоспособность детей 7 - 9 лет в течение недели и учебного года : дис. ... к.б.н. : 03.00.13. Казань, 2000. 100 с.

65. Мустафина Р. Г. Морфофункциональные особенности и умственная работоспособность школьников 13 лет различных режимов обучения и двигательной активности : дис. ... к.б.н. : 03.00.13. Казань, 2005. 140 с.
66. Егоров А. С., Загрядский В. П. Психофизиология умственного труда. Люберцы : Наука, 1973. 132 с.
67. Самсонова Н. И. Определение периода вработывания у школьников в процессе физической работы на основе принципов теории регулирования : автореф. дис. ... к.б.н. : 03.00.13. Москва, 1971. 15 с.
68. Gargiunlo R. M. Reflection-impulsivity and field dependence-independence in retarded and nonretarded children of equal mental age. *Bull. Psychonomic Soc.* 1982. Vol. 19, No 2. P. 74–77.
69. Globerson T. Mental capacity, mental effort, and cognitive style Developmental review. Germany, 1983. Vol. 3, No 4. P. 292–302.
70. Дубровинская Н. В., Фарбер Д. А., Безруких М. М. Психофизиология ребенка. Психофизиологические основы детской валеологии : учебное пособие. Москва : ВЛАДОС, 2000. 144 с.
71. Беренштейн Г. Ф., Нурбаева М. Н. Состояние системы кровообращения учащихся старших классов общеобразовательной школы в процессе учебной деятельности. *Гигиена и санитария* : уч. пособие. Москва : Медицина, 1987. С. 80–81.
72. Колодыко О. Е. Динамика показателей артериального давления у учащихся 9 классов под влиянием учебной нагрузки. *Функционирование сердечно-сосудистой системы ребенка в процессе развития и под влиянием учебной деятельности*: материалы международной научно-практической конференции, г. Москва, 1-3 ноября 1985. Москва, 1985. С. 64–72.
73. Eshweiler J. Behavioral correlates of cardiovascular reaction school children. *Psychopathology, psychology of emotions and pathology of the heart.* Moscow : Ministry of Health of the USSR, Moscow Research Institute of Psychiatry, Ministry of Health of the RSFSR, 1988. P. 33–35

74. Korinchak L. M, Gorgo Y. P Features of the impact of physical and mental stress on the performance of schoolchildren and students. *The world of medicine and biology*. 2011. No 3. P. 92–95.

75. Догадкина С. Б. Влияние учебной деятельности на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников подготовительного – IV классов : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.13. Москва, 1985. 17 с.

76. Безобразова В. Н. Влияние умственной нагрузки на мозговое и системное кровообращение школьников 10-11 и 14-15 лет. *Функционирование сердечно-сосудистой системы ребенка в процессе развития и под влиянием учебной деятельности*. Москва, 1985. Вып. 1. С. 36–43.

77. Хрипкова А. Г., Антропова М. В. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам. Москва : Просвещение, 1982. 256 с.

78. Домрачева Н. И., Толпегина Э. Н. Состояние кровяного давления и частоты пульса у школьников 3, 5, 8 классов, живущих по разным режимам школ. *Состояние и регуляция вегетативных функций в здоровом организме человека и животных*. Владимир, 1975. Вып.1. С.198–199.

79. Цибенко В. О. Фізіологія серцево-судинної системи. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. 248 с.

80. Iryna Kuzmenko. Investigation of the cardiovascular system of schoolchildren aged 13–14 years. *Slobozhanskyi herald of science and sport*. 2017. No 6 (62). P. 51–53

81. Каташинская Л. И. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы старшеклассников под воздействием учебных нагрузок: *Вестник Оренбургского государственного университета*. Оренбург, 2017. № 3 (203). – С. 62–66 – URL: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/funktsionalnoe-sostoyanie-serdechno-sosudistoy-sistemy-starsheklassnikov-pod-vozdeystviem-uchebnyh-nagruzok.pdf>

82. Новожилова А. Д. Реакция сердечно-сосудистой системы детей школьного возраста на статистические и динамические условия. *Возрастная, морфология, физиология, биохимия*: материалы 6-й науч. конф. Москва 5 июля

1963. Москва, 1963. С. 431–432.

83. Большев А. С. Частота сердечных сокращений. Физиолого-педагогические аспекты [Текст]: учеб. Пособие. Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун-т. Новгород : ННГАСУ, 2017. 76 с.

84. Малько М. М. Фізіологія людини і тварин: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Біологія» заочної форми навчання. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2016. 120 с.

85. Брин В. Б., Зонис Б. Я. Физиология системного кровообращения. Формулы и расчеты. Ростов : Ростовский университет, 1984. 88 с.

86. Kerdo, I. Ein aus Daten der Blutzirkulationkalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage : Asta neurovegetativa. 1966. Bd.29. No 2. S. 250–268

87. World Health Organization. URL: https://www.who.int/childgrowth/standards/bmi_for_age/ru/

88. Соловьев В. Н. Физическое здоровье как интегральный показатель уровня адаптации организма студентов к учебному процессу. *Современные проблемы науки и образования*. 2005. № 2. С. 1–8.

89. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.

90. Мазманішвілі А. С. Математическая статистика учебное пособие к практическим занятиям. Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. 217 с.

91. Коренев М. М. Епідеміологічна характеристика АТ популяції школярів м. Харкова. *Журнал «артеріальна гіпертензія»*. 2008. 25-26 лист. (№2) С. 99–104.

92. Яровая Г. С. Показатели артериального давления у сельских школьников. *Охрана здоровья детей и подростков*. Киев, 1970. № 1. С. 92–94.

93. Микаелян Г. Р., Аветисян Е. А. Оценка функциональных резервов организма с точки зрения теории адаптации. *Перспективы развития науки и образования: сб. науч. трудов по материалам междунар. научно-практической конф., г. Москва, 3-4 мая 2015 г.* Москва, 2015. С.18–19.

94. Возрастная физиология: руководство по физиологии / под ред. Никитина В. Н. Люберцы : Наука, 1975. С. 125–156.
95. Dimitriev D. A. Karpenko Y. D. Age-related peculiarities of the functional state of schoolchildren's cardiovascular system: Bulletin of the TGGPU. Kazan, 2011. №2 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voznrastnye-osobennosti-funktsionalnogo-sostoyaniya-serdechno-sosudistoy-sistemy-u-shkolnikov>
96. Finley J. P., Nugent S. T. Heart rate variability in infant, children and young adults . *Auton. Nerv. Syst.* 1995. Vol. 51, №2. P. 103–108.
97. Охорона праці. Терміни та визначення: ДСТУ 2293:2014. [Чинний від 01 травня 2015 року]. Київ : Держспоживстандарт України, 2014. 13 с. (Національні стандарти України).
98. Техніка безпеки при роботі з комп'ютером. *Електронний журнал.* 2016. № 5. С. 4-5. URL: <https://pkvfp.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/05/7.pdf>
99. Санітарно-гігієнічні вимоги роботи на комп'ютері в навчальних закладах. Львівська міська рада. URL: <https://city-adm.lviv.ua/news/science-and-health/medicine/219680-sanitarno-hihienichni-vymohy-roboty-na-komp-iuteri-v-navchalnykh-zakladakh> (від 28.08.2014)
100. Трахтенберг І. М., Коршун М. М. Гігієна праці і виробнича санітарія: підручник. Київ : Вища школа, 1997. 464 с.
101. Пиріг Л. Г. Здоров'я населення України та його охорона. Полтава : Друкар, 2006. 410 с.
102. Протоєрейський О. С., Запорожець О. І. Охорона праці в галузі. Київ : Книжкове вид-во НАУ, 2005. 268 с.
103. Гогіташвілі Г. Г., Карчевський Є. Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами. Київ : Знання, 2007. 367 с.
104. ДСН 3.3.6.042 99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999–12–01]. Вид. офіц. Київ: МОЗ України, 1999. 10 с.

105. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018. – 03.10.2018. Київ : МінБуд України, 2018. 137 с.
106. Катренко Л. А., Кіт Ю. В., Пістун І. П. Охорона праці. Суми : ВТД «Університетська книга», 2009. 540 с.
107. Савчук О. М. Основи охорони праці. Конспект лекцій 2–х ч. Запоріжжя : Просвіта, 2000. 124 с.
108. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І.М. Основи охорони праці: підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 264 с.
109. Гогіташвілі Г. Г., Карчевський Є. Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами. Київ : Знання, 2007. 367 с.
110. ДНАОП 0.01-1.01-95. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 1995-14-06]. Вид. офіц. Київ : МВД України, 2005. 103 с.
111. Савчук О. М. Основи охорони праці: конспект лекцій в 2-х ч. Запоріжжя : Просвіта, 2000. 124 с.
112. Березуцький В. В., Бондаренко Т. С., Валенко Г. Г. Основи охорони праці. Харків : Факт, 2005. 480 с.
113. ДНАОП 0.00-4.26-96. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. [Чинний від 1996-10-18]. Вид. офіц. Київ : Держнагляд охорон праці України, 1996. 11 с.
114. Ткачук К. Н., Зацарний В. В., Сабарно Р. В., Каштанов С. Ф. Охорона праці та промислова безпека. Київ : Лібра, 2009. 454 с.
115. Правила пожежної безпеки в Україні. Київ : Пожінформтехніка, 2005. 208 с.