

**Bezkorovaynyj Andriy, Zyn Alina, Harasym Nataliya, Sanagursky Dmytro. Loach Embryos Ultrastructure Under Influence of new Synthesized Amide Derivatives of 1,4-Naphthoquinone.** The research results of the loach embryos *Misgurnus fossilis* L. ultrastructure on the first and tenth stages of blastomeres division in their incubation environment with 2-chloro-3-hydroxy-1,4-naphthoquinone and amide derivatives (2-chloro-3-(3-oxo-3-(piperidine-1-yl)propylamine)-1,4-naphthoquinone and 2-chloro-3-(3-(morpholine-4-yl)-3-oxopropylamine)-1,4-naphthoquinone) at the concentration of 10<sup>-5</sup> M and 10<sup>-7</sup> M are presented. The influence of the studied compounds at the concentration of 10<sup>-5</sup> M lead to significant changes of the ultrastructure of cell organelles as hypertrophy of granular and agranular endoplasmic reticulum, mitochondria disruption, lysosome increase. It should be noted more pronounced changes in the ultrastructure of the embryo cells under the action of 2-chloro-3-hydroxy-1,4-naphthoquinone compared to effects of amide derivatives FO-1 and FO-2; it shows higher degree of embryotoxicity.

**Key words:** ultrastructure loach embryos, 2-chloro-3-hydroxy-1,4-naphthoquinone, amide derivatives of 1,4-naphthoquinone.

Стаття надійшла до редколегії 12.09.2016 р.

УДК: 612.135-057.87

**Тетяна Станішевська,  
Оксана Горна,  
Дар'я Горбань**

### **Особливості резистентності капілярного кровотоку в студентів при оклюзійній пробі**

Експериментальне дослідження включало вивчення функціонального стану капілярного кровотоку за допомогою методу лазерної доплерівської флоуметрії (ЛДФ) у юнаків та дівчат. Аналіз стану кровотоку дав підставу виявити ознаки його зміни при оклюзійній пробі. Установлено, що рівень резистентності на оклюзійну пробу залежав від типу мікроциркуляції крові.

**Ключові слова:** капілярний кровоток, лазерна доплерівська флоуметрія (ЛДФ), параметр мікроциркуляції, резистентність капілярного кровотоку, оклюзійна проба.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** За даними ВООЗ, погіршення умов життя та зниження стабільності в суспільстві зумовлюють зростання стресових станів у популяції молодих людей більше, ніж в інших, що призводить до зростання захворюваності в цій віковій групі [2]. Тому збереження та зміцнення здоров'я молоді набуває більшої значущості.

Важливе місце в діагностиці функціонального стану організму людини посідає дослідження мікроциркуляції крові. Стан обміну речовин і функціонування будь-якого органа безпосередньо визначається адекватним станом мікроциркуляції крові. З іншого боку, будь-який патологічний процес протікає з різними змінами в мікроциркуляційному руслі. Тому цілком очевидно, що зміни в системі мікроциркуляції крові тісно корелюють зі змінами в центральній гемодинаміці [4; 6]. Це дає змогу використовувати ці критерії в оцінюванні загального фізичного розвитку й стану здоров'я людини.

На сьогодні одним з основних методів вивчення мікроциркуляції крові є лазерна доплерівська флоуметрія (ЛДФ), що являє собою метод інтегральної неінвазивної оцінки стану мікроциркуляторної гемодинаміки в капілярах і є актуальним методом діагностики мікроциркуляторних розладів [1; 3; 7]. Незважаючи на актуальність вивчення процесів мікроциркуляції крові, на сьогодні, недостатньо нормативних показників параметрів капілярного кровотоку в здорових людей при застосуванні методу ЛДФ-метрії.

Отже, актуальним для вивчення залишається питання індивідуально-типологічних особливостей мікроциркуляції крові, її резистентності на дію різних факторів в осіб студентського віку.

**Мета дослідження** – виявити індивідуально-типологічні особливості резистентності капілярного кровотоку в студентів та простежити зміну показників мікроциркуляції крові при оклюзійній пробі.

Дослідження виконано в науково-дослідній лабораторії фізіологічних досліджень кафедри анатомії та фізіології людини та тварин МДПУ імені Богдана Хмельницького в межах комплексної

науково-дослідної теми кафедри «Морфофункціональні особливості організму студентів» (реєстраційний номер – №0114U002930).

**Матеріали та методи дослідження.** У дослідженні брали участь 192 практично здорові студенти-добровольці Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького (157 дівчат та 35 юнаків) 1993–1998 року народження. Дослідження проводили відповідно до сучасних вимог біоетики.

Для вивчення функціонального стану мікроциркуляції крові застосовано метод лазерної доплерівської флоуметрії (ЛДФ) [5]. ЛДФ здійснювали лазерним аналізатором кровотоку «ЛАКК-01» із лазерним джерелом випромінювання на довжині хвилі 0,63 мкм. Голівка оптичного зонда (датчика прилада) фіксувалася на вентральній поверхні 4-го пальця руки.

При оклюзійній пробі здійснювали стискання на 1–3 хв ділянки плеча манжетом тонометра таким чином, щоб викликати зупинку кровотоку та, відповідно, – ішемію в досліджуваній ділянці. Манжету тонометра фіксували на плечі.

Пробу проводили за такою схемою:

- 1–2 хв – реєстрація вихідного рівня кровотоку;
- 1 хв оклюзії, не перериваючи запису (у манжеті швидко нагнітався та підтримувався тиск 220–250 мм рт. ст.);
- після закінчення оклюзії повітря з манжети швидко випускалося та протягом наступних 3–5 хв реєстрували реакцію параметра мікроциркуляції в ході відновлення кровотоку [5].

При інтерпретації результатів оклюзійної проби оцінювали такі показники, що характеризують реактивну постоклюзійну гіперемію:

- ПМ вих. – середнє значення показника параметра мікроциркуляції в перфузних одиницях (перф. од.) до оклюзії;
- ПМ окл. – показник мікроциркуляції в процесі оклюзії. Він характеризував рівень «біологічного нуля» кровотоку за відсутності артеріального припливу;
- ПМ макс. – максимальне значення параметра мікроциркуляції (ПМ) в процесі розвитку реактивної постоклюзійної гіперемії;
- РКК – резерв капілярного кровотоку, який розраховували як відношення максимального показника параметра мікроциркуляції (ПМ макс.) до вихідного значення параметра мікроциркуляції (ПМ вих.) та виражали у відсотках.

Резерв капілярного кровотоку розраховували за формулою [5]:

$$РКК = (ПМ_{\max} / ПМ_{\text{вих.}}) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

де *РКК* – резерв капілярного кровотоку, *ПМ макс.* – максимальне підвищення кровотоку, *ПМ вих.* – вихідне значення капілярного кровотоку.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою стандартного програмного продукту Microsoft Excel та Biostat 5.0.

**Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Вивчаючи індивідуально-типологічні особливості мікроциркуляції крові при проведенні запису ЛДФ-грам у 192 студентів, помітили, що параметр мікроциркуляції (*ПМ*) капілярного кровотоку в групі обстежених осіб у середньому складав  $11,67 \pm 4,4$  перф. од. Рівень коливань тканинного кровотоку (*СКВ*) дорівнював  $2,03 \pm 0,39$  перф. од. Коефіцієнт варіації (*К<sub>v</sub>*) у середньому мав значення  $23,39 \pm 5,71$ .

В обстежених студентів виявлено три типи ЛДФ-грам, які відповідають різним типам мікроциркуляції крові.

У більшості студентів 17–22 років переважно реєстрували монотонну високоамплітудну ЛДФ-граму II типу, що відповідала гіперемічному типу мікроциркуляції крові (рис. 1).

У найменшій кількості студентів спостерігали монотонну ЛДФ-граму з низьким параметром мікроциркуляції (*ПМ*) III типу, що відповідав гіпоемічному типу мікроциркуляції, який характеризується зниженням притоку крові в мікроциркуляторне русло та підвищеним тонусом мікросудин.

У середньої кількості досліджуваних простежено аперіодичну ЛДФ-граму I типу. Цьому типу відповідав нормоемічний тип мікроциркуляції.

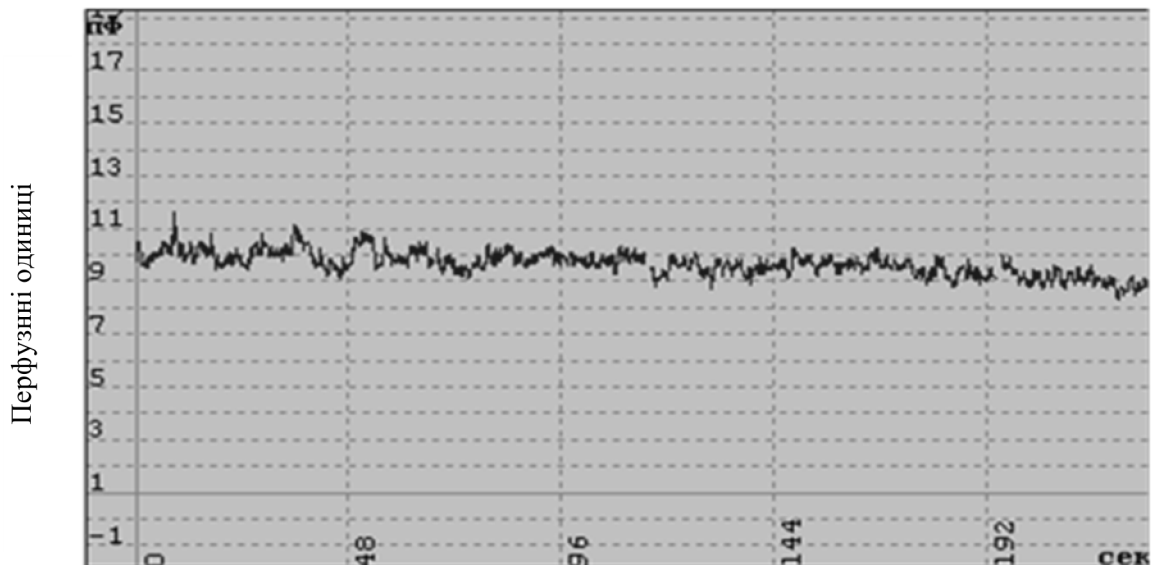


Рис. 1. Монотонна ЛДФ-грама з високим показником ПМ (II тип)

У ході проведення оклюзійної проби в обстежених студентів-добровольців 17–22 років спочатку здійснювали запис вихідного рівня кровотоку. При оклюзії способом стискання на 1–3 хвилини відповідної ділянки плеча манжетою тонометра спостерігали різке зниження параметра мікроциркуляції (рис. 2). Це пояснюється відтоком крові із судин мікроциркуляції. Після закінчення оклюзії повітря з манжети швидко випускали й протягом наступних 3–5 хв реєстрували реакцію параметра мікроциркуляції в ході відновлення кровотоку. У період відновлення реєстрували більшу амплітуду вазомоцій, ніж у стані спокою.

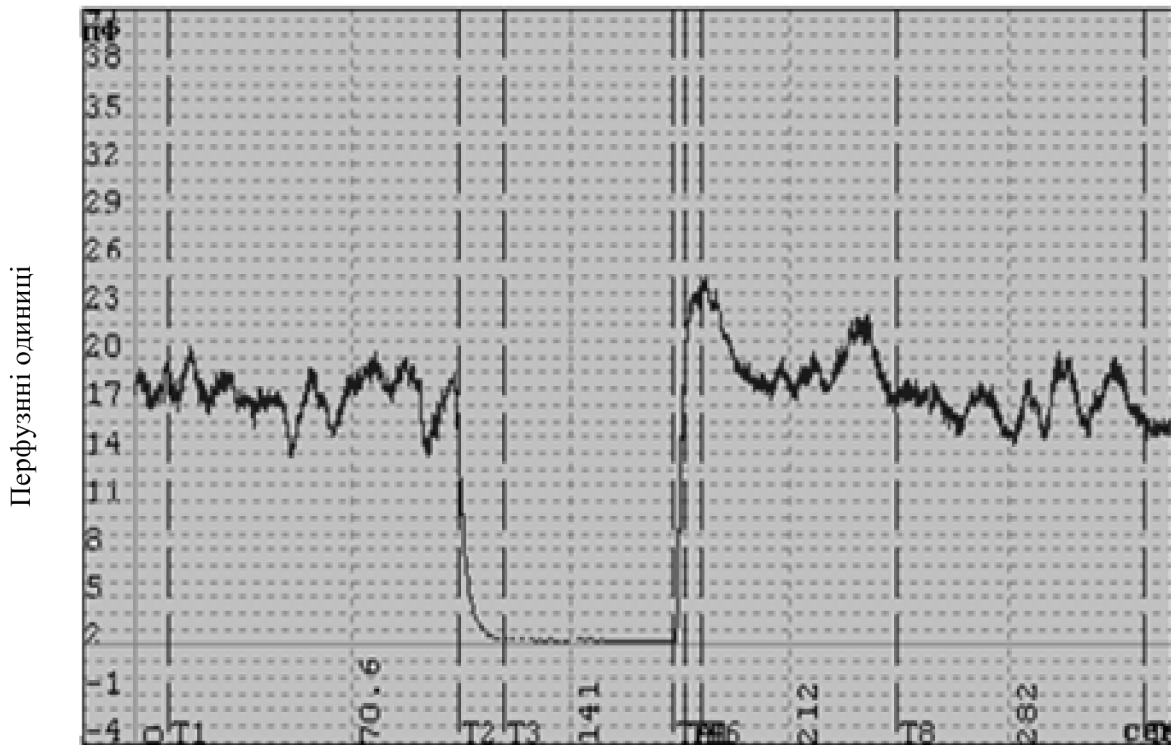


Рис. 2. ЛДФ-грама при оклюзійній пробі

Примітка. T1-T2 – вихідний рівень; T3-T4 – період оклюзії; T6 – максимальне підвищення кровотоку в період відновлення; T5-T8 – період відновлення кровотоку, T8-T9 – плато періоду відновлення.

При дослідженні індивідуально-типологічних особливостей мікроциркуляції крові в студентів 17–22 років проведено оцінку функціональних резервів системи мікросудин. Резистентність капілярного кровотоку (РКК) на оклюзійну пробу в обстежених осіб залежала від різних типів мікроциркуляції крові (табл. 1).

Таблиця 1

**Особливості резистентності капілярного кровотоку при оклюзійній пробі в студентів 17–22 років із різними типами мікроциркуляції крові ( $M \pm m$ )**

Тип мікроциркуляції крові	ПМ вих., перф. од.	ПМ мін., перф. од.	ПМ макс., перф. од.	ПМ відн., перф. од.	РКК, %
Нормоемічний тип (I тип ЛДФ-грами)	5,78±0,98	1,17±0,4	15,48±1,07	7,31±1,11	322,53±11,23
Гіперемічний тип (II тип ЛДФ-грами)	15,13±1,19	1,47±0,48	24,24±1,93	17,7±1,63	174,22±15,91
Гіпоемічний тип (III тип ЛДФ-грами)	1,91±0,61	0,62±0,29	9,77±1,31	2,56±0,85	415,65±15,56

Примітка. ПМ<sub>вих.</sub> – вихідне значення капілярного кровотоку; ПМ<sub>мін.</sub> – мінімальне значення кровотоку; ПМ<sub>макс.</sub> – максимальне значення кровотоку в період відновлення, ПМ<sub>відн.</sub> – параметр мікроциркуляції в період відновлення; РКК – резистентність капілярного кровотоку.

Результати дослідження засвідчили, що найбільший функціональний резерв – у студентів із гіпоемічним типом мікроциркуляції крові (монотонна низькоамплітудна ЛДФ-грама III типу), у яких резистентність капілярного кровотоку в середньому дорівнювала 415,65±15,56 %. Це пояснюється тим, що при гіпоемічному типі мікроциркуляції початкові значення параметра мікроциркуляції (ПМ) мають низький рівень, порівняно з іншими типами мікроциркуляції крові.

У групі обстежених студентів 17–22 років із нормоемічним типом мікроциркуляції крові (I тип ЛДФ-грами) функціональні можливості мікроциркуляторного русла знижені. Згідно з результатами дослідження, середній показник резистентності капілярного кровотоку (РКК) був нижчим, порівняно з гіпоемічним типом мікроциркуляції, та не перевищував 322,53±11,23 %.

У студентів із гіперемічним типом мікроциркуляції крові (монотонна високоамплітудна ЛДФ-грама II типу) – ще менші показники функціональних резервів. Так, у досліджених із II типом ЛДФ-грам показник резистентності капілярного кровотоку (РКК) був удвічі нижчим, порівняно з III типом ЛДФ-грами (гіпоемічним типом мікроциркуляції крові), та не перевищував у середньому 174,22±15,91 %. Це пояснюється тим, що функціональні резерви системи обмежені високим вихідним рівнем тканинного кровотоку.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Найбільша резистентність при оклюзійній пробі була в обстежених осіб із гіпоемічним типом мікроциркуляції крові (415,65 %). Резистентність капілярного кровотоку в осіб із нормоемічним і гіперемічним типами мікроциркуляції крові нижча, порівняно з гіпоемічним типом (322,53 та 174,22 % відповідно). Ці відмінності зумовлені станом нейрогенної регуляції, яка забезпечує необхідний рівень тонуусу мікросудин, та особливостями кровотоку в мікроциркуляторному руслі.

Одержані дані про особливості стану тканинного кровотоку мають важливе теоретичне й практичне значення для розуміння механізмів регуляції різних типів мікроциркуляції крові. Перспективи подальших досліджень полягають в аналізі отриманих даних залежно від типу мікроциркуляції крові обстежених при дії інших функціональних проб.

*Джерела та література*

1. Абрамович С. Г. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке микроциркуляции у здоровых и больных людей / С. Г. Абрамович, А. В. Машанская // Сибирский медицинский журнал. – Иркутск : Иркутский гос. мед. ун-т, 2010. – Т. 92 (01). – С. 158–163.
2. Агаджанян Н. А. Интенсификация обучения и здоровье студентов / Н. А. Агаджанян, А. Е. Северин, Н. В. Ермакова // Технологии живых систем. – 2006. – Т. 3, № 5. – С. 31–40.
3. Ермольев С. Н. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке механизмов регуляции микроциркуляции / С. Н. Ермольев, А. П. Шериев, Ю. С. Тюльпин // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Приложение. – 2008. – Т. 9, № 6. – С. 155.

4. Козлов В. И. Индивидуально-типологические особенности микроциркуляции у человека / В. И. Козлов, Ф. Б. Литвин, М. В. Морозов // *Biomed. Biosoc. Antropology*. – 2007. – № 9. – С. 249–250.
5. Козлов В. И. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови / В. И. Козлов, Г. А. Азизов. – М. : РУДН ГНЦ лазер. мед., 2012. – 32 с.
6. Решетнев В. Г. Индивидуальные показатели системы кровообращения / В. Г. Решетнев, Л. И. Глико. – М. : Эко-Пресс, 2011. – 208 с.
7. Shoucri B. M. Plasma Stimulated Pseudopod Formation Is Increased In Patients With Elevated Blood Pressure / B. M. Shoucri, K. M. Edwards, G. W. Schmid-Schönbein, P. J. Mills // *Hypertension Research Official Journal Of The Japanese Society Of Hypertension*. – 2011. – V. 34 (6). – P. 96-101.

**Станишевская Татьяна, Горная Оксана, Горбань Дарья. Особенности резистентности капиллярного кровотока у студентов при окклюзионной пробе.** Экспериментальное исследование включало изучение функционального состояния микроциркуляции крови с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Это позволяло оценить состояние тканевого кровотока и выявить индивидуально-типологические особенности микроциркуляции крови. Среди обследованных студентов установлено три типа ЛДФ-грамм, которые соответствуют разным типам микроциркуляции крови (нормоэмический, гиперэмический и гипозэмические). При исследовании индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции крови у студентов 17–22 лет проведена оценка функциональных резервов системы микрососудов. Резистентность капиллярного кровотока (РКК) на окклюзионную пробу у обследованных лиц зависела от различных типов микроциркуляции крови. Самая высокая степень резистентности при окклюзионной пробе была у обследованных лиц с гипозэмическим типом микроциркуляции крови (415,65 %). Резистентность капиллярного кровотока у студентов с нормоэмическим и гиперэмическим типами микроциркуляции крови была ниже по отношению к гипозэмическому типу (322,53 и 174,22 % соответственно). Эти различия обусловлены состоянием нейрогенной регуляции, которая обеспечивает необходимый уровень тонуса микрососудов, и особенностями кровотока в микроциркуляторном русле.

**Ключевые слова:** капиллярный кровоток, лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), параметр микроциркуляции, резистентность капиллярного кровотока, окклюзионная проба.

**Stanishevskia Tatiana, Gorna Oksana, Horban Darya. Peculiarities of Resistance Students' Capillary Blood Flow on Occlusion Test.** The experimental research consisted of the study of blood microcirculation functional state by means of Laser Doppler flowmetry (LDF) method. It helped to evaluate the state of tissue blood-circulation and to reveal individual-typological peculiarities of blood microcirculation. 192 adolescent boys and girls, the students of Melitopol Bohdan Khmelnytskyi State Pedagogical University, aged 17–22, were examined. The obtained results showed that at most of students high-amplitude LDF was registered. According to LDF three types of blood microcirculation were revealed: normoemic, hyperemic, and hypoemic types. Resistance people' whom studied capillary blood flow on occlusion test depended on various types of blood microcirculation. Resistance students' capillary blood flow on occlusion test was the greatest at students with hypoemics' type of blood microcirculation, at students with hyperemics' and normoemics' types of blood microcirculation was much lower.

**Key words:** capillary blood flow, Laser Doppler flowmetry (LDF), option of microcirculation, resistance capillary blood flow, occlusion test.

Стаття надійшла до редколегії 18.09.2016 р.

УДК 612.1-057.874

**Світлана Швайко,  
Олена Дмитроца,  
Юрій Трофим'як,  
Олександр Журавльов**

### **Адаптаційні можливості серцево-судинної системи дітей молодшого та середнього шкільного віку**

Вивчено показники адаптаційних можливостей серцево-судинної системи дітей молодшого та середнього шкільного віку. У результаті дослідження встановлено, що в молодших школярів показники частоти серцевих

скорочень й артеріального тиску перебувають у межах вікової норми. У віковий період 7–9 років зафіксовано зниження частоти пульсу та підвищення артеріального тиску. За значеннями показників серцевого індексу відзначено перевагу симпатичної регуляції кровообігу, низьку витривалість і неекономну роботу серця обстежуваних молодшого шкільного віку. У підлітків частота серцевих скорочень зменшується, а артеріальний тиск підвищується, порівняно з молодшим шкільним віком. За показниками витривалості роботи кровообігу та аеробними можливостями серцевої діяльності переважають учні середнього шкільного віку. Адаптаційні можливості в дітей і підлітків знижені, що пояснюється як віковими, так і фізіологічними особливостями розвитку організму.

**Ключові слова:** серцево-судинна система, адаптаційні можливості, молодший шкільний вік, середній шкільний вік

**Постановка наукової проблеми та її значення.** У науковій літературі відзначено суттєве зростання захворюваності серед різних контингентів населення, спричинене сучасними умовами життя. Особливо несприятлива ситуація щодо цього серед дітей різного віку, що є найактуальнішою проблемою сьогодення. У низці досліджень зазначено, що майже 80 % школярів України мають негативні тенденції в стані здоров'я, які набувають епідемічного характеру [1; 5; 8; 10]. Збереження здоров'я практично здорових людей – одне з нагальних завдань нашого суспільства [7; 9]. Наявність численних наукових досліджень у цьому напрямі підтверджує актуальність і багатопрофільність цієї проблеми [8; 10].

Загальновідомо, що одним із вагомих показників здоров'я людини є її здатність адаптуватися до факторів зовнішнього середовища. У сучасній літературі розвивається напрям, що ґрунтується на оцінці рівня здоров'я з погляду теорії адаптації. Адаптацію все частіше розглядають як інтегральний критерій здоров'я, що відображає ступінь його динамічної рівноваги із середовищем. Адаптація створює фон, який і визначає рівень здоров'я та ризик розвитку захворювань і залежить від вихідних резервних можливостей дитячого організму [8].

Здоров'я – здатність організму адаптуватися до умов зовнішнього середовища, а хвороба – зрив адаптації. Перехід від стану здоров'я до стану хвороби, зазвичай, пов'язаний зі зниженням адаптаційних можливостей організму. На думку дослідників, однією з причин незадовільного стану здоров'я є значне погіршення адаптаційних можливостей дитячого організму, що призводить до втрати його здатності ефективно протистояти комплексу несприятливих чинників довкілля [1; 4; 10].

На сьогодні проблема своєчасної та об'єктивної оцінки поточних адаптивних можливостей організму дітей шкільного віку – одна з найактуальніших питань загальної й вікової фізіології [2; 8]. Як указують численні фізіологічні дослідження, доведена можливість використання змін сукупності функціональних показників серцево-судинної системи як індикатора адаптивних реакцій цілісного організму [3, 8].

**Аналіз дослідження цієї проблеми.** Процеси адаптації організму на подразники зовнішнього середовища в різні періоди онтогенезу визначаються певною відповіддю функціональних систем. Для дітей і підлітків характерна гетерохронність процесів росту та розвитку, зумовлена біологічними й соціальними чинниками. Дитячий організм характеризується досить високою пластичністю та чутливістю до сприятливих і несприятливих факторів екзо- й ендогенного характеру, тобто саме адаптаційні можливості дитини забезпечують її існування в різноманітних умовах [9]. Отже, висока чутливість певних функцій до факторів зовнішнього середовища може бути використана для їх прогресивного розвитку й дає змогу контролювати вплив негативних чинників для попередження порушень функціонування організму [5; 9].

За даними авторів, в основі істотного погіршення функціонального стану дітей і підлітків лежить певний комплекс причин, серед яких провідна роль належить зниженню адаптаційних можливостей їхнього організму, що розвивається, та нездатністю до адекватної відповіді на несприятливі впливи зовнішнього середовища [5; 9].

Зважаючи на це, важливо відзначити, що провідне місце у формуванні оптимальної адаптивної реакції організму на зовнішні несприятливі впливи належить серцево-судинній системі [1; 6]. Отже, вивчення адаптивних можливостей апарату кровообігу школярів повинно зайняти провідне місце в комплексній проблемі морфофункціонального розвитку підростаючого покоління [1; 6; 9].