



УДК 612.24:616-053.71

DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-1-1-10>

## Функціональні можливості кардіореспіраторної системи в осіб юнацького віку у період пандемії Covid-19

Дар'я Горбань, Ольга Юсупова

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького*

Адреса для листування: horban\_daria@mdpu.org.ua

Отримано: 18.02.22; прийнято до друку: 15.05.22; опубліковано: 30.06.22

**Резюме.** Стаття присвячена вивченню стану кардіореспіраторної системи при функціональних пробах у студентів 17-18 років. Проводили тест Мартіне-Кушелевського, підраховували індекс Робінсона, використовували метод спірографії та проби Штанге й Генча. Аналіз індивідуальних реакцій на фізичне навантаження показав, що більшість обстежених реагували на навантаження за нормотонічним типом. Індекс Робінсона у більшості дорівнював вище за середній та у межах норми. Середні показники функціонального стану системи дихання, тривалість довільної затримки дихання на вдиху та видиху, а також значення індексу Скібінської знаходяться на рівні нормативних значень. Але більшість студентів з низькими показниками затримки дихання хворіли на COVID-19.

**Ключові слова:** юнацький вік, кардіореспіраторна система, функціональні можливості.

## Functional capacity of the cardiorespiratory system of a dolescents during the COVID-19 pandemic

Darya Gorban, Olga Yusupova

*Bogdan Khmelnsky Melitopol State Pedagogical University*

Correspondence: horban\_daria@mdpu.org.ua

**Abstract.** The article is devoted to the study of the state of cardiorespiratory system in functional tests of students during the pandemic COVID-19. We performed Martine-Kushelevsky test with the determination of pulse and BP at rest, as well as after physical exercise. Adequacy of cardiac response to exercise was assessed by Robinson index. To determine the functional state of the respiratory system the spirometry method was used, and functional tests by Stange and Henci were performed. The indexes of cardiovascular system activity, which were studied at rest, were within physiological norms for 17-18 years old students. However, elevated BP was detected in some students. The indices of cardiovascular system activity after dosed physical activity approached the initial level, which indicates its adequate adaptive capabilities. The analysis of individual reactions to physical load showed that the majority of the examined responded to the load of normotonic type. Robinson index values were observed to be above average and within the norm in most students, but some students had below average and low values, which indicates impaired regulation of cardiovascular system. It was found that the average indices of the functional state of respiratory system among boys and girls corresponded to the physiological norm. Duration of voluntary respiratory arrest on a breath in and on an exhalation as well as value of the Skibin index at students of young age are at level of the physiological normative values peculiar to the given age period. This indicates a good level of non-specific adaptive capabilities. It should be noted that the majority of students with low respiratory arrest values on functional tests had COVID-19, but there is no statistically significant difference.

**Key words:** adolescence, cardiorespiratory system, functional capacity.

### ВСТУП

Протягом багатьох десятиріч років однією з актуальних проблем сучасної вікової фізіології, клінічної та спортивної медицини є функції кардіореспіраторної

системи людей, які проживають у різних регіонах країни [1, 2]. Особливої уваги потребує стан здоров'я студентів вищих навчальних закладів, відсоток захворювань яких невпинно збільшується протягом

навчання [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Так, за останні три роки весь світ живе в умовах пандемії та обмежень, тому серед студентської молоді неухильно знижується природна рухова активність, підвищується рівень розумового навантаження та вплив на нервово-емоційну сферу. Це сприяє виникненню та загостренню серцево-судинних, нервових, психічних, шлунково-кишкових та інших захворювань, що позначається на працездатності, успішності, фізичному розвитку студентів.

Кардіореспіраторна система постійно контактує з агресивними факторами зовнішнього середовища, і тому першою вражається при вірусних захворюваннях, саме тому рівень захворюваності людей на хвороби органів дихання та серцево-судинної системи залишається сьогодні стабільно високим і не має тенденції до зниження [2, 9]. Наукових досліджень про функції кардіореспіраторної системи та стійкості організму осіб юнацького віку в період пандемії COVID-19 замало [10, 11, 12], що й зумовило актуальність наших досліджень.

Таким чином, *мета* дослідження полягає у вивченні впливу пандемії COVID-19 на функціональний стан кардіореспіраторної системи осіб юнацького віку.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для реалізації поставленої мети було проведено дослідження кардіореспіраторної системи серед студентів 17-18 років Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. У дослідженні брали участь 60 осіб юнацького віку (40 дівчат і 20 хлопців).

Всі обстеження проводилися з добровільної згоди відповідно загальним нормам біоетики. У роботі дотримані етичні принципи щодо людей, які виступають суб'єктами дослідження, з урахуванням основних положень Керівних принципів належної клінічної практики (GCP) продиктованих Міжнародною конференцією з гармонізації (ICH) і Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації з біомедичних досліджень, Конвенції Ради Європи про права людини й біомедицину, відповідних Законів України.

Під час дослідження проводили тест Мартіне-Купшелевського з визначенням частоти серцевих скорочень (ЧСС) та артеріального тиску у вихідному стані, а також на першій, другій і третій хвилинах відновлення після

фізичного навантаження. На основі отриманих результатів визначали тип реакції [13, 14]. Також розраховували індекс Робінсона [8, 14].

Для визначення функціонального стану системи дихання використовували метод спірографії. Цей метод дозволяє визначити такі основні показники системи зовнішнього дихання: дихальний об'єм (ДО), резервний об'єм вдику і видиху (РОВд. і РОВид.), життєву ємність легень (ЖЄЛ) [1, 8, 14]. Для оцінки функції зовнішнього дихання застосували функціональні проби Штанге та Генча, які полягають у довільній затримці зовнішнього дихання на вдику та видиху, що дозволяють визначити стійкість організму до гіпоксії та гіперкапнії [15, 16].

Потім проводили визначення індексу Скібінської (ІС) [2, 5, 14], що характеризує не тільки потенційні можливості системи зовнішнього дихання, її стійкість до гіпоксії, але і, певною мірою, рівень узгодженості функціонування з системою кровообігу.

Для кожного досліджуваного показника обчислювалась середня арифметична величина  $M$ , похибка середньої  $m$ . Статистична обробка результатів дослідження проводилась за допомогою стандартного програмного продукту Microsoft Excel та Biostat 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Перед початком дослідження серед студентів проводилося опитування чи хворіли вони на COVID-19. Так, серед 60 досліджуваних осіб підтвердженням тестом на COVID-19 хворіли 25 осіб. Інші або не хворіли зовсім, або перенесли безсимптомно.

У процесі дослідження показників серцево-судинної системи студентів отримали наступні дані: так, частота серцевих скорочень (ЧСС) в стані спокою у студентів 17-18 років становила  $75,5 \pm 1,9$  уд. хв., величина систолічного артеріального тиску  $113,9 \pm 2,0$  ммрт. ст., величина діастолічного артеріального тиску становила  $71,9 \pm 1,9$  ммрт. ст., пульсового АТ  $44,7 \pm 1,3$  ммрт. ст. (табл. 1). Так, спостерігаються певні ознаки напруження роботи серцево-судинної системи. Середні показники частоти серцевих скорочень (ЧСС) дещо перевищували норму. Індивідуальний аналіз результатів показав, що у 22% досліджених спостерігається підвищення ЧСС відповідно до норми.

Таблиця 1

Показники функціональних можливостей серцево-судинної системи організму студентів 17–18 років ( $M \pm m$ )

Показники ЧСС	У стані спокою		$\Sigma$	Після фізичного навантаження		$\Sigma$
	Хлопці	Дівчата		Хлопці	Дівчата	
ЧСС уд./хв.	$74,8 \pm 2,1$	$76,2 \pm 1,8$	$75,5 \pm 1,9$	$87,9 \pm 1,3$	$86,2 \pm 1,5$	$86,2 \pm 1,3$
АТ <sub>с</sub> мм. рт. ст.	$110,6 \pm 2,1$	$112,5 \pm 2,2$	$113,9 \pm 2,0$	$132,2 \pm 0,8$	$125,3 \pm 1,2$	$127,9 \pm 1,4$
АТ <sub>д</sub> мм. рт. ст.	$73,3 \pm 1,5$	$71,8 \pm 2,3$	$71,9 \pm 1,9$	$75,0 \pm 2,2$	$74,2 \pm 1,1$	$73,8 \pm 1,4$
ПАТ, мм рт. ст.	$44,7 \pm 1,2$	$46,3 \pm 1,4$	$44,7 \pm 1,3$	$50,1 \pm 0,8$	$53,1 \pm 0,9$	$50,8 \pm 1,0$

Середні величини систолічного й діастолічного артеріального тиску перебувають у межах норми. Проте в окремих здобувачів спостерігався підвищений артеріальний тиск. Так, у 3,4% студентів відзначалося підвищення систолічного тиску до 10% від норми; у 5% – більше 10%. Підвищення діастолічного тиску до 10% від норми спостерігалось в 2,5% досліджених; більше 10% – у 5,4% студентів. Показники артеріального тиску нижче за норму спостерігалися у 7% осіб.

Загалом показники діяльності серцево-судинної системи, які досліджувалися у стані спокою у студентів 17–18 років знаходяться в межах середніх фізіологічних норм.

Знання особливостей функціонального стану ССС має важливе значення для діагностики втоми та перенапруження, а відповідно й добору ефективних методів для покращення загального стану. Нами були проаналізовані показники стану серцево-судинної системи студентів в стані спокою і після фізичного навантаження.

Так, у студентів у стані спокою досліджувані показники центральної гемодинаміки були в межах фізіологічних норм: ЧСС становила  $75,5 \pm 1,9$  уд./хв., систолічний артеріальний тиск  $113,9 \pm 2,0$  мм рт. ст., діастолічний тиск  $71,9 \pm 1,9$  мм рт. ст.

Якщо розглядати динаміку змін фізіологічних показників, то слід зазначити, що у всіх досліджу-

ваних відбулися позитивні зміни у показника артеріального тиску однак після фізичного навантаження відзначено помірне прискорення ЧСС до  $86,2 \pm 1,3$  уд. хв., підвищення систолічного артеріального тиску на  $14,0$  мм рт. ст. до  $127,9 \pm 1,4$  мм рт. ст. Водночас діастолічний тиск майже не змінився. Показник пульсового тиску знаходився в діапазоні  $46-52$  мм рт.ст із середнім значенням в стані спокою  $44,7 \pm 1,3$  мм рт. ст.

Всі показники діяльності серцево-судинної системи після дозованого фізичного навантаження наблизилися до вихідного рівня. Така реакція з боку серцево-судинної системи свідчить про її адекватні адаптаційні можливості.

Аналіз індивідуальних реакцій серцево-судинної системи на фізичне навантаження показав (рис. 1), що більшість обстежених студентів реагували на навантаження за нормотонічним типом (80% студентів) – невеликим підвищенням систолічного артеріального тиску при постійному (або зниженому) діастолічному тиску, при цьому збільшення пульсу не перевищувала 50% від вихідного рівня, як і повинно бути у практично здорових людей. Отримані показники відображають ефективну адаптацію організму до фізичного навантаження і достатній рівень регуляторних процесів, що сприяють збільшенню притоку крові до працюючих м'язів й видаленню продуктів метаболізму.

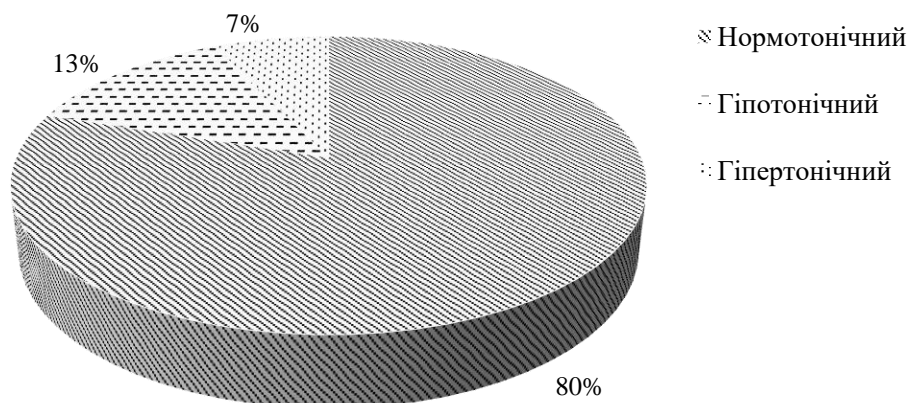


Рис. 1. Співвідношення показників типів реакції ССС серед осіб юнацького віку

Але 20% студентів знаходяться у зоні ризику розвитку серцево-судинних захворювань (гіпотонічна або гіпертонічна криза тощо), тому їм потрібно надати оптимальний курс профілактики системи кровообігу, застосовуючи лікувальну фізкультуру.

Гіпертонічна реакція (7% досліджуваних осіб) досить часто буває не вираженою і оцінюється як граничний стан. Особам з гіпертонічним типом реакції серцево-судинної системи для рішення про допуск до занять фізкультурою і спортом необхідно додатково обстеження: оцінка стану судин, очного дна, ЕКГ тощо.

У цілому для осіб юнацького віку характерне переважання нормотонічного типу реакції серцево-судинної системи, що свідчить про гарний функціональний стан серцево-судинної системи.

Для оцінки стану серцево-судинної системи та енергопотенціалу організму студентів було розраховано індекс Робінсона (табл. 2). Низька оцінка індексу Робінсона свідчить про порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи. Високий індекс Робінсона понад 94 у стані спокою може вказувати на низькі аеробні можливості організму.

Розподіл студентів 17–18 років за значеннями Індексу Робінсона

Стать	Індекс Робінсона				
	Низький $\geq 111$	Нижче за середній 95-110	Середній 85-94	Вище за середнього 70-84	Високий $\leq 69$
Дівчата	6,5%	16,5%	56%	21%	-
Юнаки	4,5%	9,5%	59%	27%	-

Значення індексу до 85 (вище за середній) свідчать про високі функціональні резерви серцево-судинної системи. У межах норми знаходяться значення індексу 85-94, такі значення виявлені у більшості студентів обох статей. Значення індексу понад 94 (нижче за середній) свідчать про порушення регуляції і такі показники виявлені у 16,5% дівчат, 9,5% хлопців. Високого рівня показника індексу Робінсона серед досліджених студентів не було виявлено.

На наступному етапі дослідження ми визначали у студентів функціональні показники дихальної системи: життєву ємність легенів (ЖЄЛ), дихальний об'єм (ДО), резервний об'єм вдику (РОВд), резервний об'єм видиху (РОВид) за допомогою повітряного спірометра.

Було виявлено, що середні показники життєвої ємності легенів (ЖЄЛ) хлопців та дівчат 17–18 років не є однаковими. Встановлено, що ЖЄЛ у хлопців є більшою за аналогічний показник у дівчат: середній показник ЖЄЛ хлопців складає  $4000 \pm 12,3$  мл, у дівчат –  $2521 \pm 10,8$  мл. Середній показник ЖЄЛ хлопців на  $1479$  мл більший за аналогічний показник у дівчат (статистична достовірність  $p \geq 0,05$ ). Це пояснюється тим, що розвиток організму хлопців цього віку перевищує розвиток дівчат. Життєва ємність легенів показує загальну кількість повітря, яке може бути

сприйнятою легенями після глибокого вдику з подальшим видихом. Ця величина залежить від фізіологічного розвитку, статі, окружності грудної клітини, віку, загального стану здоров'я, тривалості і спрямованості занять. Важливо відзначити, що цей показник характеризує функціональні можливості органу зовнішнього дихання, а не його функціональний стан. Отримані дані ЖЄЛ знаходилися в нормі, що вказує на відсутність фізіологічних вад або порушень із боку дихальної системи.

Наступний показник, який був визначений це дихальний об'єм легень (ДО). Було встановлено, що середній показник дихального об'єму становив  $1900 \pm 9,8$  мл у хлопців та  $1084 \pm 10,2$  мл у дівчат. Серед дівчат 17-18 років резервний об'єм вдику (РОВд.) дорівнював  $1700 \pm 1,6$  мл, резервний об'єм видиху (РОВид.)  $1120 \pm 1,8$  мл. Серед хлопців резервний об'єм вдику (РОВд.) становив  $2100 \pm 1,2$  мл, резервний об'єм видиху (РОВид.)  $1300 \pm 0,18$  мл. Величина РОВд. характеризує потенційні можливості системи зовнішнього дихання (рис. 2).

Виходячи з отриманих даних, функціональні показники системи дихання у студентів юнацького віку знаходяться у межах норми, що вказує на відсутність проблем у розвитку дихальної системи.

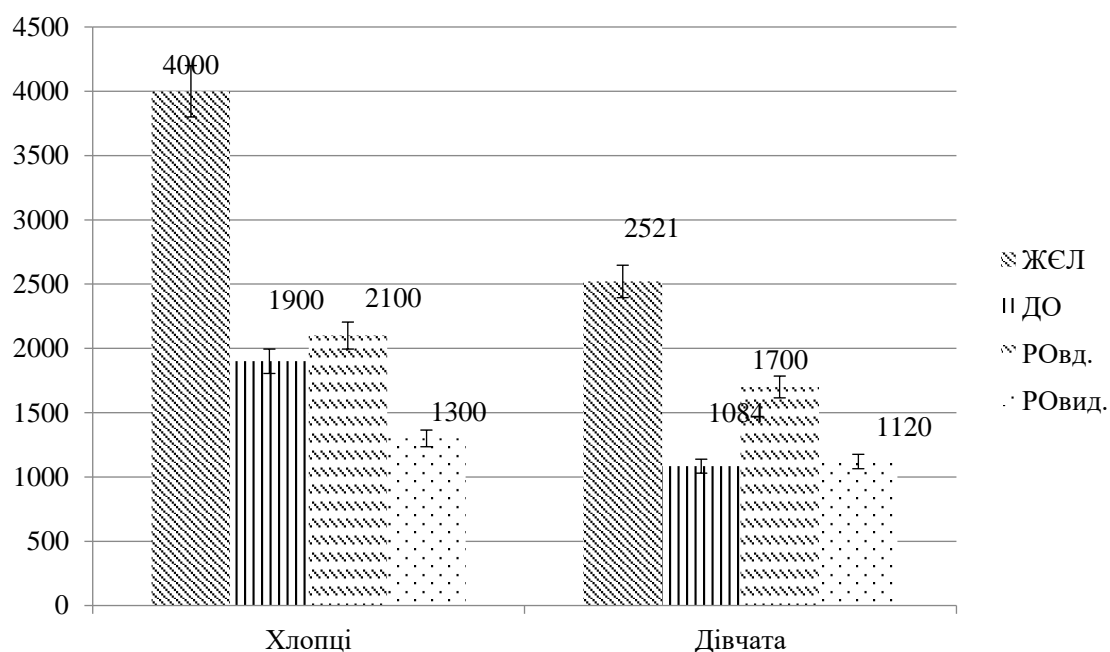


Рис. 2. Середні показники функціональної системи дихання осіб юнацького віку, мл

Дослідження резервних можливостей системи дихання у студентів 17–18 років включало проведення функціональних проб Штанге та Генча, розрахунок індексу Скібінської.

Проводячи аналіз тривалості довільної затримки дихання на вдиху при використанні проби Штанге у юнаків та дівчат 17–18 років, ми прослідкували, що середні значення максимальної

величини затримки дихання на вдиху у хлопців на 2,4 рази довше, ніж дівчат (статистична достовірність  $p \geq 0,05$ ).

Визначення середніх значень проби з довільною затримкою дихання на видиху (проба Генча) у юнаків 17–18 років свідчило про те, що у абсолютних значеннях вона на 20,5с довше, ніж у дівчат, хоча статистично достовірності відмінностей немає (рис. 3).

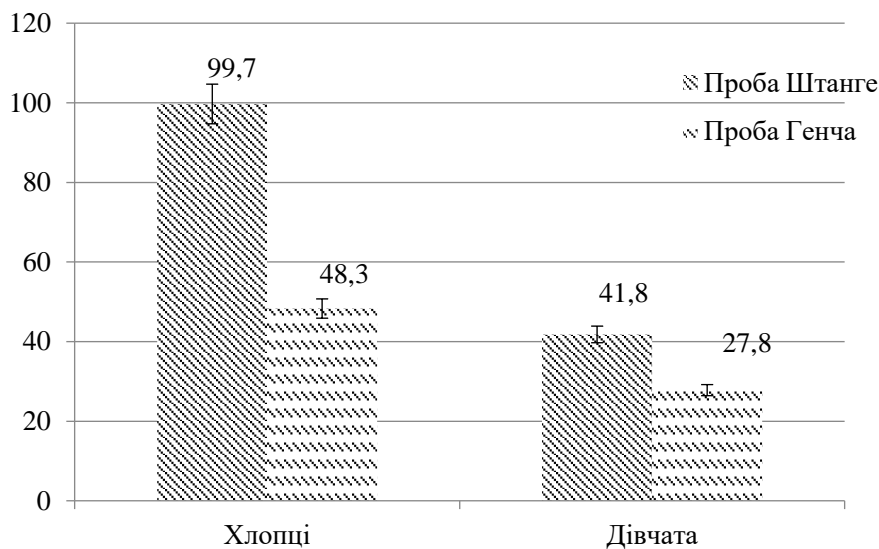


Рис. 3. Середні показники системи дихання при проведенні функціональних проб у студентів 17–18 років, с

Також варто відмітити, що більшість студентів з низькими показниками затримки дихання за функціональними пробами хворіли на COVID-19, але статистично достовірності відмінностей немає.

Аналіз значень індексу Скібінської (ІС) свідчив про добру узгодженість у діяльності дихальної та серцево-судинної системи, а також високий рівень неспецифічних адаптаційних можливостей юнацького організму (рис. 4).

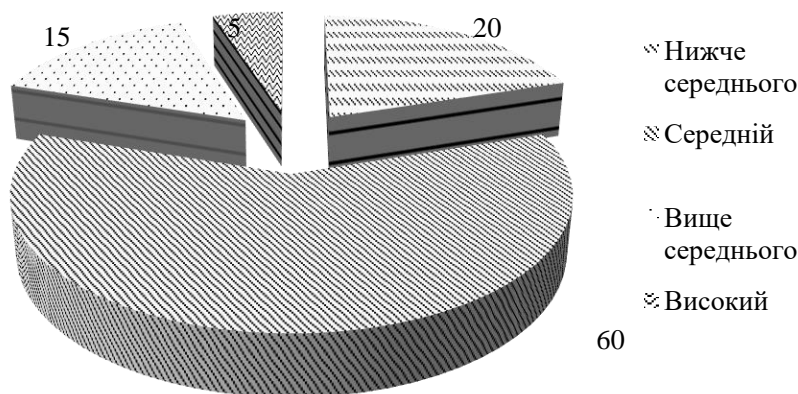


Рис. 4. Розподіл студентів за показником індексу Скібінської, %

Так, при оцінці отриманих результатів, можна зробити наступний розподіл: серед 20% досліджуваних осіб індекс дорівнював нижче середнього, у 60% – середній рівень, у 15% – вище середнього, у 5% – високий рівень. Низький рівень не зустрічався.

Варто відзначити, що серед хлопців превалював середній та вище середнього показник індексу Скібінської, а нижче середнього не зустрічався.

Таким чином, функціональні показники дихальної системи у студентів юнацького віку знаходиться на рівні фізіологічних нормативних значень, властивих даному віковому періоду. Це свідчить про гарний рівень неспецифічних адаптаційних можливостей організму.

## ВИСНОВКИ

Показники діяльності серцево-судинної системи, які досліджувалися у стані спокою у студентів 17–18 років знаходилися в межах фізіологічних норм. Проте в окремих студентів спостерігався підвищений артеріальний тиск. Виявлено динаміку змін фізіологічних показників серцево-судинної системи у осіб юнацького віку після фізичного навантаження. Всі показники діяльності серцево-судинної системи після дозованого фізичного навантаження наблизилися до вихідного рівня, що свідчить про її адекватні адаптаційні можливості. Аналіз індивідуальних реакцій серцево-судинної системи на фізичне навантаження показав, що більшість обстежених реагували на навантаження за нормотонічним типом. При визначенні показників індексу Робінсона у студентів спостерігали вище за середній, що свідчать про високі функціональні резерви серцево-судинної системи, у межах норми виявленні у більшості студентів, але деякі студенти мали нижче за середній та низькі показники, що свідчить про порушення регуляції серцево-судинної системи.

Встановлено, що серед студентів 17–18 років середні показники функціонального стану системи дихання: дихальний об'єм, резервний об'єм вдиху, резервний об'єм видиху, ЖЄЛ відповідали фізіологічній нормі. Функціональні проби Штанге та Генчі дозволяють швидко оцінювати стійкість організму людини до гіпоксії завдяки простотою виконання, валідністю та високою інформативністю, що важливо в умовах масових обстежень. Тривалість довільної затримки дихання на вдиху та видиху, а також значення індексу Скібінської у студентів юнацького віку знаходиться на рівні фізіологічних нормативних значень, властивих даному віковому періоду. Це свідчить про гарний рівень неспецифічних адаптаційних можливостей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аносов, І.П.; Хоматов, В.Х.; Сидоряк, Н.Г.; Станішевська, Т.І.; Антоновська, Л.В. *Вікова фізіологія з основами шкільної гігієни*; ТОВ «КолорПринт»: Мелітополь, 2008; 434 с.
2. Крук, Н.З.; Ляшевич, А.М.; Чернуха, І.С. Функціональний стан кардіореспіраторної системи організму студентів що займаються фізичною культурою і спортом. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова* 2020, 3 (123), с 93-97. DOI 10.31392/NPU-nc.series15.2020.3(123).18
3. Кочина, М.Л.; Біла, А.А. Результати оцінювання рівня соматичного здоров'я студентів різного віку. *Український журнал медицини, біології та спорту* 2020, 2 (24), с 235-242. DOI: 10.26693/jmbs05.02.235
4. Глазков, Е.О. Адаптивні можливості серцево-судинної системи організму студентів у процесі навчання у вищому навчальному закладі. *Буковинський медичний вісник* 2013, 17, 2 (66), с 25-28.
5. Волошин, О.С.; Гуменюк, Г. Б. Оцінка стану соматичного здоров'я осіб юнацького віку з різним рівнем функціонального резерву серця. *Вісник наукових досліджень* 2019, 1, с 28-33.
6. Мамешина, М.А.; Гузієватий, Д.В. Фізичне здоров'я студентів ВНЗ. *Актуальні проблеми фізичного виховання різних верств населення*: матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. 2016, с 100-108.
7. Самчук, О.; Сабіров, О. Рівень функціональних можливостей серцево-судинної й дихальної систем організму студентів вищих навчальних закладів. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві* 2012, 4(20), с 326-329.
8. Gorna, O.; Stanishevska, T.; Kopolova, T.; Yusupova, O.; Horban, D. Research of the somatic health of student youth using information and communication technologies. *International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social, and Economic Matters*. E3S Web of Conferences: Kryvyi Rih, Ukraine 2020, 166(10034). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610034>
9. Волошин, О.С.; Гуменюк, Г.Б.; Волошин, М.В. Особливості функціонального стану організму осіб юнацького віку з різним резервом працездатності серця. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини* 2020, 2, с 70-76. DOI 10.11603/1811-2471.2020.v.i2.11009
10. Adu-Amankwaah, J.; Mprah, R.; Adekunle, A. O.; Ndzio Noah, M. L.; Adzika, G. K.; Machuki, J. O. A.; Sun, H. The cardiovascular aspect of COVID-19. *Annals of Medicine* 2021, 53(1), p227-236.
11. Azevedo, R.B.; Botelho, V.G.; Hollanda, J.V.G.d. et al. Covid-19 and the cardiovascular system: a comprehensive review. *J Hum Hypertens* 2021, 35, p 4-11. <https://doi.org/10.1038/s41371-020-0387-4>
12. Tomidokoro, D.; Hiroi, Y. Cardiovascular implications of the COVID-19 pandemic. *Journal of Cardiology* 2021, 1.
13. Вітрова, Ю.О.; Колісник, С.П.; Шавула, С.П. Вплив фізичних вправ з різним механізмом дії на мікроциркуляторне русло у пацієнтів з різним типом реакції серцево-судинної системи на навантаження. *Медицина болу (Pain Medicine)* 2018, 3(2), с 13-17.
14. Бобрицька, В.І.; Гринькова, М.В. *Валеологія: навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти*. «Скайтек»: Полтава, 2000; 146 с.
15. Абишева, З.С.; Журунова, М.С.; Жетписбаева, Г.Д.; Даутова, М.Б.; Асан, Г.К. Состояние внешнего дыхания студентов. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* 2016, 1, с 508-509.
16. Конюшенко, И.С.; Конюшенко, А.В.; Малявко, А.А. Определение устойчивости организма к недостатку кислорода с использованием проб Штанге, Генчи. *Проблемы и перспективы развития современной медицины: сборник науч. статей VIII Научно-практической конф. с международным участием студентов и молодых ученых*. 2016, с 370-372.