

Міністерство охорони здоров'я України  
Тернопільський національний медичний університет  
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Тернопільський національний медичний університет  
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ГУК Вікторія Олегівна**

УДК 612.1-06:612.882:502.3:504.7

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ В ОСІБ**  
**З РІЗНОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ**

222 «Медицина»

22 «Охорона здоров'я»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ В. О. Гук

Науковий керівник: **Вадзюк Степан Несторович**, доктор медичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, почесний академік НАПН України.

Тернопіль – 2023

## АНОТАЦІЯ

Гук В. О. Особливості системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина» (22 «Охорона здоров'я»). – Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, 2023.

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль 2023.

Дисертаційна робота присвячена вивченню теплочутливості у молодих осіб віком 17-20 років, особливостей функціонування системи кровообігу, автономної регуляції, адаптаційного потенціалу та стресостійкості у них.

Встановлено, що молоді люди віком 17-20 років відрізняються за своєю чутливістю до впливу підвищеної температури навколишнього середовища і це підтверджується результатами опитувальника «Рівні теплочутливості» та тепловою пробою. Достовірної різниці швидкості проведення збудження серединним нервом не виявлено.

У групі осіб із нижчою теплочутливістю, у вихідному стані та після короткочасного теплового впливу, у регуляції діяльності серця, та й організму в цілому, переважає тонус парасимпатичної нервової системи, що вказує на високий ступінь функціональних резервних можливостей у них та оптимальний адаптаційний потенціал. А у групі обстежуваних із вищою чутливістю до теплового фактора у вихідному стані та після теплової проби виявлено переважання активності симпатичної нервової системи, напруження регуляторних систем, недостатній рівень функціональних резервних можливостей, у результаті чого у цих осіб нижчий адаптаційний потенціал в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища.

Центральна гемодинаміка осіб із вищою теплочутливістю працює у режимі високої енергозатратності, характерна напруженість її роботи, у результаті чого очевидно може швидше настати зрив адаптаційних процесів в умовах глобального потепління. У 29 обстежуваних цієї групи виявлено гіперкінетичний тип кровообігу, що складає 52 %, а у 27 – еукінетичний (48 %).

В осіб із нижчою чутливістю до тепла центральний кровообіг характеризується високою стійкістю та економністю функціонування. Серед осіб цієї групи у 20 % встановлено гіпокінетичний тип кровообігу, у 77 % – еукінетичний, і лише у 3 % – гіперкінетичний тип.

Периферійна гемодинаміка у вихідному стані в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно з нижчою, характеризувалася достовірним переважанням часу швидкого кровонаповнення ( $(0,053 \pm 0,08)$  с у обстежуваних із вищою та  $(0,041 \pm 0,04)$  с – із нижчою) і середньої швидкості повільного кровонаповнення ( $(0,527 \pm 0,21)$  Ом/с у осіб із вищою та  $(0,503 \pm 0,34)$  Ом/с – з нижчою), що узгоджується із встановленим посиленням серцевої діяльності, а також свідчить про більшу еластичність артерій середнього калібру. Після короткочасного теплового впливу в цих осіб встановлено достовірне збільшення амплітуди систолічної хвилі (вихідне значення –  $(1,135 \pm 0,05)$  Ом, а після теплової проби –  $(1,151 \pm 0,02)$  Ом), що свідчить про зростання ударного об'єму крові і зниження тонузу магістральних судин, і відповідно посилення артеріального кровонаповнення обстежуваних ділянок верхніх кінцівок. При цьому також спостерігалось достовірне зменшення часу повільного кровонаповнення (вихідне значення –  $(0,065 \pm 0,02)$  с, а після теплової проби –  $(0,053 \pm 0,01)$  с), що підтверджує нижчий тонузу артерій середнього і дрібного калібру. А у групі з нижчою теплочутливістю тепловий вплив не викликав суттєвої зміни периферійної гемодинаміки, що свідчить про достатню стійкість функціонування системи кровообігу.

У групі обстежуваних з вищою теплочутливістю встановлено більше значення індексу Робінсона та Руф'є, порівняно з нижчою ( $p < 0,05$ ), що показує напруження діяльності серцево-судинної системи у них, неекономність її роботи, а також свідчить про домінування впливу на організм симпатичної нервової системи. А в осіб із нижчою чутливістю до тепла – менший показник індексу Робінсона, тобто більші резервні можливості серцево-судинної системи і економнішу її діяльність, а також вищі аеробні можливості системи кровообігу. Також в осіб із вищою теплочутливістю, за результатами проб Штанге, Генчі, визначення кардіореспіраторної працездатності та показника максимального споживання кисню, гірше кисневе забезпечення організму. А особи з нижчою чутливістю до тепла мають більшу стійкість до гіпоксії, у них кращий функціональний стан кардіореспіраторної системи та рівень забезпечення організму киснем.

У обстежуваних із вищою теплочутливістю спостерігається переважання напруження механізмів адаптації ( $(2,69 \pm 0,19)$  ум. од.), порівняно з нижчою, тобто пристосувальна діяльність їх організму здійснюється на межі можливостей, а також у них, згідно з визначенням показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес, менша стресостійкість ( $(1,42 \pm 0,14)$  ум. од.). А особи з нижчою чутливістю до тепла мають задовільний адаптаційний потенціал ( $(1,93 \pm 0,23)$  ум. од.) і більшу стресостійкість ( $(1,09 \pm 0,12)$  ум. од.).

Математична модель прогнозування рівня теплочутливості показала, що найбільш значущими факторами є: 1-6 запитання опитувальника «Рівні теплочутливості», відносне значення потужності хвиль низької частоти у % у серцевому ритмі після теплової проби, потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань до та після теплової проби, а також частота серцевих скорочень до та після впливу тепла.

Досліджено, що рослинні адаптогени на основі женьшеню та родіоли рожевої в організмі людей із вищою чутливістю до теплового фактора

збільшують резервні можливості серцево-судинної системи, стресостійкість, адаптаційний потенціал та зменшують тонус симпатичної нервової системи.

*Наукова новизна отриманих результатів.* Вперше встановлено різні рівні теплочутливості у молодих людей віком 17-20 років.

Вперше встановлено більшу активність симпатичного відділу автономної нервової системи в осіб із вищою теплочутливістю, а в обстежуваних із нижчою – переважання тонусу парасимпатичної.

Виявлено, що центральна гемодинаміка у молодих осіб із вищою чутливістю до тепла характеризується інтенсивнішою і неекономною діяльністю. У групі обстежуваних із нижчою теплочутливістю її робота є оптимальною і не напруженою.

Вперше досліджено, що в молодих осіб віком 17-20 років із вищою теплочутливістю периферійна гемодинаміка характеризується зниженням тонусу магістральних судин, більшою еластичністю артерій середнього калібру, посиленням артеріального кровонаповнення верхніх кінцівок, а також нижчим тонусом артерій середнього і дрібного калібру. А в осіб із нижчою чутливістю до тепла у вихідному стані достовірно менші час швидкого кровонаповнення і середня швидкість повільного кровонаповнення, а після теплової проби суттєвої зміни показників не виявлено, що вказує на достатню стійкість функціонування системи кровообігу у них.

Вперше встановлено, що особи з нижчою чутливістю до тепла мають вищий за середній рівень функціонального резерву серця, а також краще кисневе забезпечення організму, а обстежувані з вищою – нижчий за середній ступінь резервних можливостей та гіршу функцію кардіореспіраторної системи.

Вперше досліджено, що в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора – задовільний адаптаційний потенціал, а в обстежуваних із вищою – спостерігається напруження механізмів адаптації, тобто пристосувальна

діяльність їх організму здійснюється на межі можливостей і є ризик зриву адаптаційних процесів.

Встановлено, що стресостійкість молодих людей із вищою теплочутливістю є меншою, а в осіб із нижчою чутливістю до теплового впливу – більшою.

Нами вперше була отримана математична модель прогнозування рівня теплочутливості, яка враховує найбільш значущі фактори, які впливають на встановлення вищої та нижчої чутливості до тепла (запитання опитувальника 1-6; відносне значення потужності хвиль низької частоти у % у серцевому ритмі після теплової проби; потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань до теплової проби; потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань після теплової проби; частота серцевих скорочень до теплової проби та частота серцевих скорочень після теплової проби), тому використання її дозволить вчасно виявляти осіб, які особливо сприйнятливі до дії підвищеної температури навколишнього середовища.

Вперше досліджено, що прийом рослинних адаптогенів покращує функціональний стан серцево-судинної системи осіб із вищою теплочутливістю.

*Практичне значення отриманих результатів.* Отримані результати про різні рівні теплочутливості, особливості центральної, периферійної гемодинаміки, резервні можливості, економність діяльності серцево-судинної системи, стійкість до гіпоксії, адаптаційний потенціал, стресостійкість, вплив на переносимість підвищеної температури рослинних адаптогенів у молодих осіб віком 17-20 років стануть теоретичним підґрунтям для попередження негативних наслідків впливу глобального потепління на організм людини. А розроблена нами прогностична математична модель може використовуватися для створення діагностичної системи встановлення рівня теплочутливості.

Отримані результати проведених нами досліджень впроваджені в навчальний процес на кафедрі фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, кафедрі нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова, кафедрі фізіології Івано-Франківського національного медичного університету, кафедрі фізіології та патофізіології ДВНЗ «Ужгородський національний університет», кафедрі фізіології Дніпровського державного медичного університету, що підтверджено відповідними актами впровадження.

*Ключові слова:* екологічні фактори ризику, теплочутливість, автономна нервова система, варіабельність серцевого ритму, серцево-судинні порушення, центральна гемодинаміка, периферійна гемодинаміка, серцево-судинні фактори ризику, ризик серцево-судинних подій, предиктори функціональних резервів, адаптаційний потенціал, стресостійкість, прогнозування, динамічна модель реакції серцево-судинної системи.

## **ABSTRACT**

*Huk V. O.* Features of the circulatory system in people with different heat sensitivity. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Thesis for obtaining a scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty 222 "Medicine" (22 Health Care). – Ivan Gorbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, 2023.

Ivan Gorbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, 2023.

The dissertation is devoted to the study of heat sensitivity in young people aged 17-20 years, features of the functioning of the circulatory system, autonomous regulation, adaptation potential and stress resistance in them.

It has been established that young people aged 17-20 years differ in their sensitivity to the influence of increased environmental temperature and this is

confirmed by the results of the questionnaire "Levels of heat sensitivity" and a thermal test. No significant difference in the speed of conduction of excitation by the median nerve was found.

In the group of people with lower heat sensitivity, in the initial state and after short-term heat exposure, the tone of the parasympathetic nervous system prevails in the regulation of the activity of the heart and the body as a whole, which indicates a high degree of functional reserve capabilities in them and optimal adaptation potential. And in the group of examinees with a higher sensitivity to the thermal factor in the initial state and after the thermal test, the predominance of the activity of the sympathetic nervous system, the tension of the regulatory systems, the insufficient level of functional reserve capabilities, as a result of which these individuals have a lower adaptation potential in the conditions of an increase in the average annual temperature of the environment .

The central hemodynamics of people with higher heat sensitivity works in a mode of high energy consumption, the intensity of its work is characteristic, as a result of which the disruption of adaptation processes in the conditions of global warming can obviously occur sooner. In 29 examinees of this group, a hyperkinetic type of blood circulation was found, which is 52 %, and in 27 – eukinetic (48 %).

In people with lower sensitivity to heat, the central circulation is characterized by high stability and economy of functioning. Among the people of this group, 20 % have a hypokinetic type of blood circulation, 77 % have a eukinetic type, and only 3 % have a hyperkinetic type.

Peripheral hemodynamics in the initial state in subjects with higher heat sensitivity, compared with lower, was characterized by a significant predominance of the time of rapid blood filling ( $(0.053 \pm 0.08)$  s in subjects with higher and  $(0.041 \pm 0.04)$  s – with lower) and the average speed of slow blood filling ( $(0.527 \pm 0.21)$  Om/s in persons with a higher and  $(0.503 \pm 0.34)$  Om/s – with a lower one), which is consistent with the established increase in cardiac activity, and also indicates greater elasticity of medium-caliber arteries. After a short-term heat exposure, a significant increase in the amplitude of the systolic wave was



established in these persons (initial value –  $(1.135 \pm 0.05)$  Om, and after the heat test –  $(1.151 \pm 0.02)$  Om), which indicates an increase in the stroke volume of blood and a decrease in the tone of the trunk vessels, and, accordingly, increased arterial blood supply to the examined areas of the upper extremities. At the same time, a significant decrease in the time of slow blood filling was also observed (initial value –  $(0.065 \pm 0.02)$  s, and after the heat test –  $(0.053 \pm 0.01)$  s), which confirms the lower tone of the arteries of medium and small caliber. And in the group with lower heat sensitivity, thermal exposure did not cause significant changes in peripheral hemodynamics, which indicates sufficient stability of the functioning of the circulatory system.

In the group of examinees with higher heat sensitivity, a higher value of the Robinson and Rufier index was established, compared to the lower one ( $p < 0.05$ ), which shows the strain of the cardiovascular system in them, the inefficiency of its work, and also indicates the dominance of the influence on the body sympathetic nervous system. And people with lower sensitivity to heat have a lower Robinson index, that is, greater reserve capabilities of the cardiovascular system and its more economical activity, as well as higher aerobic capabilities of the circulatory system. Also, in people with higher heat sensitivity, according to the results of the tests of Stange, Genchi, determination of cardiorespiratory efficiency and the indicator of maximum oxygen consumption, the body's oxygen supply is worse. And individuals with lower sensitivity to heat have greater resistance to hypoxia, they have a better functional state of the cardiorespiratory system and the level of oxygen supply to the body.

In subjects with a higher heat sensitivity, there is a predominance of adaptation mechanism tension ( $(2.69 \pm 0.19)$  n.u.), compared to a lower one, that is, the adaptive activity of their body is carried out at the limit of possibilities, and also in them, according to the definition of the cardiovascular reaction index systems for psycho-emotional stress, lower stress resistance ( $(1.42 \pm 0.14)$  n.u.). And individuals with lower sensitivity to heat have satisfactory adaptation potential ( $(1.93 \pm 0.23)$  n.u.) and greater stress resistance ( $(1.09 \pm 0.12)$  n.u.).

The mathematical model for predicting the level of thermal sensitivity showed that the most significant factors are: 1-6 questions of the questionnaire "Levels of thermal sensitivity", the relative value of the power of low-frequency waves in % in the heart rhythm after the thermal test, the power of the spectrum of the high-frequency component of variability in % of the total power of oscillations to and after heat challenge, as well as heart rate before and after exposure to heat.

It has been studied that plant adaptogens based on ginseng and *Rhodiola rosea* in the body of people with higher sensitivity to the heat factor increase the reserve capabilities of the cardiovascular system, stress resistance, adaptation potential and reduce the tone of the sympathetic nervous system.

*Scientific novelty of the obtained results.* For the first time, different levels of thermal sensitivity were established in people aged 17-20 years.

For the first time, a greater activity of the sympathetic part of the autonomic nervous system was established in persons with a higher heat sensitivity, and in those examined with a lower one, a predominance of the parasympathetic tone.

It was found that central hemodynamics in young people with higher sensitivity to heat is characterized by more intense and uneconomical activity. And in the group of subjects with lower heat sensitivity, her work is optimal and not stressful.

For the first time, it was investigated that in young people aged 17-20 years with higher heat sensitivity, peripheral hemodynamics is characterized by a decrease in the tone of main vessels, greater elasticity of medium-caliber arteries, increased arterial blood supply of the upper extremities, as well as lower tone of medium- and small-caliber arteries. And in persons with lower sensitivity to heat in the initial state, the time of rapid blood filling and the average speed of slow blood filling are significantly shorter, and after the heat test, no significant changes in indicators were found, which indicates sufficient stability of the functioning of the circulatory system in them.

For the first time, it was established that individuals with lower sensitivity to heat have a higher than average level of functional reserve of the heart, as well as

better oxygen supply to the body, while those examined with a higher level have a lower than average degree of reserve capabilities and worse function of the cardiorespiratory system.

For the first time, it was investigated that persons with a lower sensitivity to the heat factor have a satisfactory adaptation potential, and in those examined with a higher one, there is a strain of adaptation mechanisms, that is, the adaptive activity of their organism is carried out at the limit of possibilities and there is a risk of disruption of adaptation processes.

It was established that the stress resistance of young people with higher heat sensitivity is lower, and that of people with lower sensitivity to heat exposure is higher.

For the first time, we obtained a mathematical model for predicting the level of heat sensitivity, which takes into account the most significant factors that affect the establishment of higher and lower sensitivity to heat (questionnaire questions 1-6; relative value of the power of low-frequency waves in % in the heart rhythm after the heat test; spectrum power of the high-frequency component of variability in % of the total power of oscillations before the heat test; the power of the spectrum of the high-frequency component of variability in % of the total power of oscillations after the heat test; the heart rate before the heat test and the heart rate after the heat test), so its use will allow timely detection of persons, which are particularly susceptible to the effect of elevated ambient temperature.

Also, for the first time, it was investigated that taking plant adaptogens improves the functional state of the cardiovascular system of people with higher heat sensitivity.

*Practical significance of the obtained results.* The obtained results on different levels of heat sensitivity, features of central and peripheral hemodynamics, reserve capabilities, economy of the cardiovascular system, resistance to hypoxia, adaptation potential, stress resistance, influence of plant adaptogens on the tolerance of elevated temperature in young people aged 17-20 years will become theoretical the basis for preventing the negative effects of global

warming on the human body. And the prognostic mathematical model developed by us can be used to create a diagnostic system for setting the level of heat sensitivity.

The obtained results of our research are implemented in the educational process at the Department of Physiology with the Basics of Bioethics and Biosafety of the Ternopil National Medical University named after I.Ya. Gorbachevsky, Department of Normal Physiology of the Vinnytsia National Medical University named after M.I. Pirogov, the Department of Physiology of the Ivano-Frankivsk National Medical University, the Department of Physiology and Pathophysiology of the Uzhhorod National University, the Department of Physiology of the Dnipro State Medical University, which is confirmed by the relevant acts of implementation.

*Key words:* environmental risk factors, heat sensitivity, autonomic nervous system, heart rate variability, cardiovascular disorders, central hemodynamics, peripheral hemodynamics, cardiovascular risk factors, risk of cardiovascular events, predictors of functional reserves, adaptation potential, stress resistance, forecasting, dynamic model reactions of the cardiovascular system.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

*Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:*

1. Vadzyuk SN, Kharkovska TV, Huk VO, Dzhyvak VH, Papinko IYa, Nikitina IM. Prognostic criteria for the selection of individuals with different heat sensitivity. *Wiad Lek.* 2022;75(5):1370-5. DOI: 10.36740/wlek202205225

### **SCOPUS**

2. Вадзюк СН, Гук ВО. Особливості системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*, 2023;1:44-52. DOI: 10.11603/1811-2471.2023.v.i1.13719

3. Вадзюк СН, Гук ВО. Серцево-судинні захворювання в Україні в умовах глобального потепління. *Вісник соціальної гігієни та організації*

охорони здоров'я України. 2023;1:32-9. DOI: 10.11603/1681-2786.2023.1.13859

4. Вадзюк СН, Гук ВО, Табас ПС. Функціональні можливості серцево-судинної системи та стресостійкість осіб із різною теплочутливістю. Фізіологічний журнал. 2023;69(3):24-30. DOI: 10.15407/fz69.03.024. **SCOPUS**

5. Huk VO, Vadzyuk SN. The influence of the plant adaptogene “Victorin” on the functional state of the cardiovascular system in persons with increased thermal sensitivity. Art of Medicine. 2023;26(2):8-13. DOI: 10.21802/artm.2023.2.26.8.

6. Vadzyuk SN, Huk VO, Dzhyvak TV, Sverstiuk AS, Dzhyvak VH, Bondarchuk VI, Hevko UP, Nikitina IM, Herevych NV. Multifactorial regression model for predicting the level of heat sensitivity in healthy young people in the context of global warming. Wiad Lek. 2023;76(9):1922-9. DOI: 10.36740/WLek202309104 **SCOPUS**

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

7. Гук ВО, Харковська ТВ. Особливості автономної регуляції в осіб з різним рівнем теплочутливості. В: Матеріали XXV міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2021 Квіт 12-14; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 278 .

8. Харковська ТВ, Гук ВО. Тривожність та стресостійкість в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXV міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2021 Квіт 12-14; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 288.

9. Вадзюк СН, Гук ВО. Стан периферичного кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Довкілля і здоров'я; 2021 Квіт 22-24; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 3-4.

10. Гук ВО. Адаптаційний потенціал та стресостійкість системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали 83-го

всеукраїнського наукового медичного конгресу студентів та молодих вчених. Медицина XXI сторіччя; 2021 Лист 18-19; Лиман. Краматорськ: ТОВ «Краматорський друкарський дім», 2021. с. 45.

11. Гук ВО. Особливості центральної гемодинаміки в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали 91-ї науково-практичної конференції студентів та молодих вчених із міжнародною участю Інновації в медицині та фармації; 2022 Бер 24-26; Івано-Франківськ; 2022. с. 111.

12. Гук ВО. Стійкість до гіпоксії, витривалість та переносимість фізичних навантажень в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXVI міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2022 Квіт 13-15; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2022. с. 190.

13. Вадзюк СН, Гук ВО. Серцево-судинна захворюваність в Україні в умовах глобального потепління. В: Матеріали XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченій 25-річчю Всеукраїнської екологічної ліги, Довкілля і здоров'я; 2022 Квіт 21-23; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2022. с. 4-6.

14. Вадзюк СН, Гук ВО. Швидкість проведення збудження по п. medianus в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали підсумкової LXV науково-практичної конференції. Здобутки клінічної та експериментальної медицини; 2022 Черв 9; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2022. с. 88-89.

15. Вадзюк СН, Гук ВО. Оцінка індивідуальної чутливості до тепла з допомогою опитувальника «Рівні теплочутливості». В: Матеріали пленуму Українського наукового товариства патофізіологів Особливості науково-педагогічного процесу в період пандемії COVID-19; 2022 Вер 15-17; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2022. с. 15-16.

16. Huk VO. Assessment of aerobic productivity, endurance and resistance to adverse environmental factors in persons with different thermal sensitivities. In: Conference proceedings The current state of development of world science: characteristics and features; 2022 Dec 16; Lisbon. Lisbon:

Portuguese Republic «Scientia»; 2022. p. 150-151. DOI: 10.36074/scientia-16.12.2022

17. Вадзюк СН, Гук ВО. Оцінка центральної гемодинаміки за допомогою ехокардіографічного методу обстеження в осіб із різною теплочутливістю. В: Матеріали підсумкової LXVI науково-практичної конференції Здобутки клінічної та експериментальної медицини; 2023 Черв 16-17; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2023. с. 120-121.

18. Вадзюк СН, Гук ВО. Функціонування серцево-судинної системи в осіб із різною теплочутливістю в умовах глобального потепління. В: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу; 2023 Трав 25; Київ. Київ: НУБіП України; 2023. с. 41-44.

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

19. Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО. Авторське право на літературно-письмовий твір наукового характеру № 115529 від 1 листопада 2022 року «Опитувальник «Рівні теплочутливості». UANIPIO Special Informational System. Бюл. № 74. Доступно на: <https://sis.ukrpatent.org/en/search/detail/1730421/>

20. Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО, Дживак ВГ. Авторське право на літературно-письмовий твір наукового характеру №119974 від 22 червня 2023 року «Методика для встановлення індивідуальної теплочутливості шляхом впливу теплового фактору на організм людини». UANIPIO Special Informational System. Бюл. № 76. Доступно на: <https://sis.ukrpatent.org/en/search/detail/1751954/>

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ	18
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	27
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	51
2.1 Об'єкти і організація обстежень	51
2.2 Встановлення рівнів теплочутливості з допомогою опитувальника та теплової проби	52
2.3 Визначення швидкості проведення збудження по нервовому волокну	55
2.4 Оцінка стану автономної регуляції в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю	56
2.5 Встановлення функціонального стану серцево-судинної системи в осіб із різною чутливістю до тепла	59
2.5.1 Тетраполярна трансторакальна реографія	59
2.5.2 Ехокардіографія	60
2.5.3 Реовазографія кистей	62
2.5.4 Визначення індексу Робінсона	63
2.5.5 Оцінка індексу Руф'є	64
2.5.6 Проби Штанге та Генчі	64
2.5.7 Встановлення максимального споживання кисню	65
2.5.8 Визначення кардіореспіраторної працездатності	66
2.5.9 Оцінка адаптаційного потенціалу організму здорових молодих осіб	67
2.5.10 Встановлення показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес	68



2.6 Застосування рослинного адаптогену в осіб із вищою теплочутливістю	68
2.7 Статистична обробка отриманих результатів	70
РОЗДІЛ 3 ВСТАНОВЛЕННЯ РІВНІВ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ В ЗДОРОВИХ МОЛОДИХ ОСІБ ТА СТАН АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ У НИХ	71
РОЗДІЛ 4 ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ ІЗ РІЗНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО ТЕПЛА	81
4.1 Оцінка центральної гемодинаміки	81
4.2 Особливості периферійного кровообігу	89
4.3 Визначення індексу Робінсона	94
4.4 Оцінка індексу Руф'є	95
4.5 Проби Штанге та Генчі	95
4.6 Встановлення максимального споживання кисню	96
4.7 Визначення кардіореспіраторної працездатності	98
4.8 Оцінка адаптаційного потенціалу організму здорових молодих осіб	99
4.9 Встановлення показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес	100
РОЗДІЛ 5 ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ	103
РОЗДІЛ 6 ВПЛИВ РОСЛИННОГО АДАПТОГЕНУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ОСІБ ІЗ ВИЩОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ	112
РОЗДІЛ 7 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	118
ВИСНОВКИ	139
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	142
ДОДАТКИ	179

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ

R-R min	– найменша тривалість інтервалів R-R під час запису ритмограми, мс
R-R max	– найбільша тривалість інтервалів R-R під час запису ритмограми, мс
RRNN	– середня тривалість R-R інтервалів, мс
SDNN	– стандартне відхилення величин нормальних R-R інтервалів, мс
TP	– загальна потужність спектру, $\text{с}^2/\text{Гц}$
HF	– коливання високої частоти ритму серця, $\text{мс}^2$
LF	– коливання низької частоти ритму серця, $\text{мс}^2$
VLF	– коливання дуже низької частоти ритму серця, $\text{мс}^2$
LF/HF	– співвідношення потужності хвиль низької частоти і високої частоти
HF, %	– потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань
LF, %	– відносне значення потужності хвиль низької частоти у %
VLF, %	– відносне значення потужності хвиль дуже низької частоти у %
Mo	– мода; діапазон значень кардіоінтервалів, які найчастіше зустрічаються, с
AMo	– амплітуда моди; число R-R інтервалів, які відповідають діапазону моди, %
BP	– варіаційний розмах, с
ІН	– індекс напруження, ум. од.
САТ	– систолічний артеріальний тиск, мм рт.ст.
ДАТ	– діастолічний артеріальний тиск, мм рт.ст.
ЧСС	– частота серцевих скорочень, уд./хв
УО	– ударний об'єм, мл
ХОК	– хвилинний об'єм крові, л/хв

УІ	– ударний індекс, $\text{мл}/\text{м}^2$
СІ	– серцевий індекс, $\text{л}/(\text{хв} \cdot \text{м}^2)$
ЗПО	– загальний периферичний опір, $\text{дин} \cdot \text{с}/\text{см}^{-5}$
ППО	– питомий периферичний опір, $\text{дин} \cdot \text{с}/\text{см}^{-5}$
РЛШ	– робота лівого шлуночка, $\text{кг} \cdot \text{м}$
ІРЛШ	– індекс роботи лівого шлуночка, $\text{кг} \cdot \text{м}/\text{м}^2$
ПЛШ	– потужність лівого шлуночка, $\text{Вт}$
КСО	–кінцево-сistolічний об'єм лівого шлуночка, $\text{мл}$
КДО	– кінцево-діастолічний об'єм лівого шлуночка, $\text{мл}$
КСІ	– кінцево-сistolічний індекс, $\text{мл}/\text{м}^2$
КДІ	– кінцево-діастолічний індекс, $\text{мл}/\text{м}^2$
ФВ	– фракція викиду лівого шлуночка, $\%$
ІР	– індекс Робінсона, ум. од.
МСК	– максимальне споживання кисню, $\text{мл}/(\text{кг} \cdot \text{хв})$
$\text{VO}_2 \text{ max}$	– показник кардіореспіраторної працездатності, $\text{мл}/(\text{кг} \cdot \text{хв})$
АП	– адаптаційний потенціал, ум. од.
ПРС	– показник реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес, ум. од.
ІК	– індекс Кердо, ум. од.

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Найактуальніша проблема XXI століття – це глобальне потепління, яке впливає на життя та здоров'я кожної людини [197, 308, 316]. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) прогнозує, що в період між 2030 і 2050-ми роками буде на 250000 більше летальних випадків внаслідок екстремальних теплових хвиль, тобто їхня кількість зросте майже втричі [118].

Відомо, що однією із найважливіших ланок у підтримуванні температурного гомеостазу людини є серцево-судинна система [136, 235, 245]. Нормальне функціонування системи кровообігу, в умовах теплового впливу, сприяє уникненню затримки зайвого тепла в організмі [256]. Тобто саме серцево-судинна система забезпечує достатній адаптаційний потенціал задля збереження здоров'я та виживання людини в умовах глобального потепління [1].

Проте у людей є різні пристосувальні можливості та переносимість зміни клімату. Є ті, що більше чутливі до підвищення температури навколишнього середовища, а є ті, що менше [265].

Встановлено, що індивідуальний рівень адаптаційного потенціалу та стійкості в умовах впливу змінених факторів довкілля залежить від типу кровообігу [67], периферійної гемодинаміки [42], автономної регуляції [198], аеробної продуктивності [174], а також від індивідуальних функціональних резервних можливостей організму [51].

Таким чином, вивчення пристосувальних механізмів системи кровообігу людини повинно зайняти провідне місце в комплексній проблемі глобального потепління [240].

Надзвичайно важливо своєчасно виявляти осіб із вищою чутливістю до підвищеної температури навколишнього середовища, тобто найбільше вразливих до зміни клімату, та проводити у них активний моніторинг тих параметрів та функцій, які мають найбільший вплив на адаптаційні

можливості та стресостійкість [241]. А також вкрай актуально прогнозувати рівень теплочутливості, щоб унеможливити або мінімізувати негативний вплив на організм людини глобального потепління.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в межах науково-дослідної роботи кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України «Психофізіологічні механізми адаптації молодих осіб в умовах глобального потепління» (№ державної реєстрації 0121U100134).

**Мета дослідження** – встановити функціональні особливості системи кровообігу молодих осіб із різною теплочутливістю.

**Завдання дослідження:**

1. Дослідити рівні теплочутливості в осіб віком 17-20 років.
2. Вивчити швидкість проведення збудження серединним нервом та автономну регуляцію діяльності серця в осіб із різною теплочутливістю.
3. Оцінити стан центральної та периферійної гемодинаміки молодих осіб із вищою та нижчою теплочутливістю при теплових впливах.
4. Вивчити резервні можливості, економність діяльності серцево-судинної системи та стійкість до гіпоксії осіб із різною теплочутливістю.
5. Встановити адаптаційні можливості організму та стресостійкість серцево-судинної системи осіб із вищою та нижчою теплочутливістю.
6. Провести математичне прогнозування рівня теплочутливості в молодих людей віком 17-20 років.
7. Оцінити вплив рослинних адаптогенів на функціональний стан серцево-судинної системи осіб із вищою теплочутливістю.

*Об'єкт дослідження.* Функціональний стан системи кровообігу молодих осіб віком 17-20 років із різною теплочутливістю.

*Предмет дослідження.* Стан центральної, периферійної гемодинаміки, автономної регуляції, резервних можливостей серцево-судинної системи, адаптаційного потенціалу та стресостійкості системи кровообігу при різній

теплочутливості в умовах глобального потепління та прогнозування рівня чутливості до тепла.

*Методи дослідження:* тестування (за опитувальником «Рівні теплочутливості»), теплова проба, математичний аналіз варіабельності серцевого ритму, тетраполярна трансторакальна реографія, ехокардіографія, реовазографія, визначення індексу Робінсона, проведення проб Руф'є, Штанге, Генчі, визначення максимального споживання кисню за методом Астранда, кардіореспіраторної працездатності за результатами тесту Руф'є, адаптаційного потенціалу, показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес, електронейроміографія, визначення індексу Кердо, методи математичної статистики (визначення критерію Шапіро-Уїлка, t-критерію Стюдента, рангового критерію Манна-Уїтні, багатофакторний регресійний аналіз, визначення критерію Нейджелкерка, аналіз ANOVA).

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вперше встановлено різні рівні теплочутливості у молодих людей віком 17-20 років.

Вперше виявлено тенденцію до переважання швидкості поширення збудження серединним нервом у обстежуваних із вищою теплочутливістю, яка спостерігається і після дії теплового фактора.

Вперше встановлено більшу активність симпатичного відділу автономної нервової системи в осіб із вищою теплочутливістю, а в обстежуваних із нижчою – переважання тону парасимпатичної.

У групі молодих осіб із вищою чутливістю до тепла у більшості виявлено гіперкінетичний тип кровообігу, що свідчить про інтенсивнішу і неекономну роботу системи кровообігу. А в групі обстежуваних із нижчою чутливістю до тепла переважають особи із еукінетичним типом. Це свідчить про оптимальну і ненапружену діяльність центральної гемодинаміки.

Вперше досліджено, що в молодих осіб віком 17-20 років із вищою теплочутливістю периферійна гемодинаміка характеризується достовірним переважанням часу швидкого кровонаповнення і середньої швидкості повільного кровонаповнення. Час швидкого кровонаповнення відображає

функціональний стан магістральних судин і його значення узгоджується із встановленим зростанням ударного об'єму крові і посиленням серцевої діяльності. Переважання середньої швидкості повільного кровонаповнення свідчить про більшу еластичність артерій середнього калібру. Після короточасного теплового впливу у них збільшується амплітуда систолічної хвилі, що вказує на зростання ударного об'єму крові і зниження тону магістральних судин, і відповідно посилення артеріального кровонаповнення обстежуваних ділянок верхніх кінцівок, а також зменшується час повільного кровонаповнення, що підтверджує нижчий тонус артерій середнього і дрібного калібру. В осіб із нижчою чутливістю до тепла у вихідному стані достовірно менші час швидкого кровонаповнення і середня швидкість повільного кровонаповнення, а після теплової проби суттєвої зміни показників не виявлено, що вказує на достатню стійкість функціонування системи кровообігу у них.

Вперше встановлено, що особи з нижчою чутливістю до тепла мають вищий за середній рівень функціонального резерву серця, а також більшу стійкість до гіпоксії та краще кисневе забезпечення організму, а обстежувані з вищою – нижчий за середній ступінь резервних можливостей, нижчу резистентність до гіпоксії та функцію кардіореспіраторної системи.

Вперше досліджено, що в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора – задовільний адаптаційний потенціал, а в обстежуваних із вищою – спостерігається напруження механізмів адаптації, тобто пристосувальна діяльність їх організму здійснюється на межі можливостей і є ризик зриву адаптаційних процесів.

Встановлено, що стресостійкість системи кровообігу молодих людей із вищою теплочутливістю є меншою, а в осіб із нижчою чутливістю до теплового впливу – більшою.

Нами вперше була отримана математична модель прогнозування рівня теплочутливості, яка враховує найбільш значущі фактори (Q1-Q6, %LF2, %HF1, %HF2, HR1, HR2), які впливають на встановлення вищої та нижчої

чутливості до тепла, тому використання її дозволить вчасно виявляти осіб, особливо сприйнятливих до дії підвищеної температури навколишнього середовища. Це може стати одним із етапів первинної профілактики серцево-судинних захворювань в майбутньому.

Вперше досліджено вплив на функціональний стан серцево-судинної системи осіб із вищою теплочутливістю рослинних адаптогенів та виявлено, що після їх 30-ти денного прийому збільшуються резервні можливості системи кровообігу, підвищується її стресостійкість, адаптаційний потенціал, зменшується тонус симпатичної нервової системи.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати про різні рівні теплочутливості, особливості центральної, периферійної гемодинаміки, резервні можливості, економність діяльності серцево-судинної системи, стійкість до гіпоксії, адаптаційний потенціал, стресостійкість системи кровообігу, вплив на переносимість підвищеної температури рослинних адаптогенів у молодих осіб віком 17-20 років стануть теоретичним підґрунтям для оцінки розвитку негативних наслідків впливу глобального потепління на організм людини, особливо в тих, хто має підвищену чутливість до змін клімату. Встановлені результати також можуть бути одним із етапів первинної профілактики серцево-судинних захворювань в майбутньому, зменшивши, відповідно, захворюваність та смертність від хвороб системи кровообігу. А розроблена нами прогностична математична модель може використовуватися для розробки діагностичної системи встановлення рівня теплочутливості.

Отримані результати проведених нами досліджень впроваджені в навчальний процес на кафедрі фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, кафедрі нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова, кафедрі фізіології Івано-Франківського національного медичного університету, кафедрі фізіології та патофізіології ДВНЗ «Ужгородський національний



університет», кафедрі фізіології Дніпровського державного медичного університету.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота виконана здобувачкою і є завершеною. Авторка самостійно провела інформаційно-патентний пошук, відповідно до теми дослідження, обгрунтувала актуальність та необхідність даної роботи. Спільно з науковим керівником сформульовано мету та завдання дослідження, здійснено пошук найбільш точних та прийнятних методів обстеження. Встановлення рівнів теплочутливості, оцінку автономної регуляції, діяльності системи кровообігу, адаптаційного потенціалу та стресостійкості серцево-судинної системи осіб із вищою та нижчою чутливістю до тепла дисертанткою проводилося на базі сертифікованої лабораторії психофізіологічних досліджень при кафедрі фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України (Свідоцтво № 003/18).

Здобувачкою самостійно проведено аналіз, узагальнення та статистичну обробку результатів проведених досліджень. Також, під керівництвом наукового керівника, сформульовано основні положення та висновки дисертації, описано практичні рекомендації щодо впровадження отриманих результатів дослідження. За результатами дисертаційної роботи авторкою одноосібно, та у співавторстві, були опубліковані наукові статті.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дослідження оприлюднено на XXV міжнародному медичному конгресі студентів та молодих вчених (Тернопіль, 2021); XXI Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Довкілля і здоров'я», присвяченій 35-ій річниці Чорнобильської катастрофи (Тернопіль, 2021); 83-му всеукраїнському науковому медичному конгресі студентів та молодих вчених «Медицина XXI сторіччя», присвяченому 91-й річниці Донецького національного медичного університету та 91-й річниці студентського наукового товариства імені професора М. Д. Довгялло (Лиман, 2021); 91-ій науково-практичній конференції студентів та молодих вчених із

міжнародною участю «Інновації в медицині та фармації» (Івано-Франківськ, 2022); XXVI міжнародному медичному конгресі студентів та молодих вчених (Тернопіль, 2022); XXII Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Довкілля і здоров'я», присвяченій 25-річчю Всеукраїнської екологічної ліги (Тернопіль, 2022); підсумковій LXV науково-практичній конференції «Здобутки клінічної та експериментальної медицини» (Тернопіль, 2022); пленумі Українського наукового товариства патофізіологів «Особливості науково-педагогічного процесу в період пандемії COVID-19» (Тернопіль, 2022); міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «The current state of development of world science: characteristics and features» (Лісабон, 2022); підсумковій LXVI науково-практичній конференції «Здобутки клінічної та експериментальної медицини» (Тернопіль, 2023); міжнародній науково-практичній конференції «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу» (Київ, 2023).

**Публікації.** Матеріали дисертаційної роботи викладено у 20-ти наукових працях, з яких 6 – статей (4 – у наукових фахових виданнях України, в тому числі 1 – у періодичному виданні, що індексується у Scopus; 2 – у періодичному науковому виданні іншої держави, що індексується у Scopus ), 12 публікацій у матеріалах конференцій та з'їздів, 2 зареєстрованих авторських свідоцтва на літературно-письмовий твір наукового характеру.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 191 сторінці і складається з анотації, вступу, розділів (огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, чотирьох розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів дослідження), висновків, списку використаних джерел, що містить 343 бібліографічних описів (96 – кирилицею і 247 – латиницею), та додатків. Робота ілюстрована 18 рисунками і 16 таблицями. Список використаних джерел і додатки викладено на 49 сторінках.

## РОЗДІЛ 1

### ОСОБЛИВОСТІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Згідно із спостереженнями Організації Об'єднаних Націй (ООН), однією із найважливіших загроз для населення планети Земля є глобальна зміна клімату [106, 291, 327]. За твердженнями вчених, глобальне потепління – це найактуальніша екологічна проблема сьогодення [80, 291]. Науковці вважають сучасну зміну клімату катастрофою, що прогресивно насувається та становить серйозну загрозу для життя людей [146, 326].

Глобальне потепління — прогресуюче поступове підвищення середньорічної температури поверхні Землі, причиною чого є так званий «парниковий ефект» і це спричиняє зміну клімату у глобальних масштабах [204]. Усі кліматологи світу погоджуються, що це виникає внаслідок людської діяльності, в результаті чого виділяються парникові гази, такі як вуглекислий газ, метан, оксид азоту [39, 203].

Вперше висунув гіпотезу про те, що причиною глобального потепління є парникові гази, шведський вчений С. Арреніфус ще в ХІХ столітті [110]. Після цього теорія «парникового ефекту» зацікавила науковців і акцентувала їх увагу на тому, що динаміка глобального потепління спричинена людською діяльністю [69, 89, 122].

Проте вчені висувають гіпотезу про те, що не тільки парникові гази, а й забруднення повітря твердими частинками (англ. *particulate matter* (PM)) є причиною глобального потепління [194]. Враховуючи значне посилення індустріалізації та збільшення джерел забруднюючих речовин (наприклад, вихлопні гази автомобілів, сигаретний дим, промислові викиди, спалювання викопного палива, утилізація сміття), забруднення повітря твердими частинками стало метою досліджень багатьох науковців світу [153, 161].

Згідно з опублікованими даними NASA , середньорічна температура на планеті Земля зросла більше, ніж на 1 градус за Фаренгейт протягом ХХ століття [122]. В Україні та інших європейських країнах температура зросла майже на 1,5 градус Цельсія за останні 30 років [187]. Температурний максимум за всю історію спостережень в Україні та Європі зафіксовано у 2020 році [264]. Міжурядова група експертів зі зміни клімату прогнозує зростання температури Землі до кінця ХХІ століття від 1,8 до 4,6 °С [37]. Може здаватися, що це не великі цифри, проте наслідки для довкілля і життя людини матиме дуже значні [4, 188].

Протягом останніх десятиліть дослідження науковців спрямовані на пошук наслідків взаємодії впливу зміни клімату та забруднення атмосферного повітря в основному внаслідок стрімкої урбанізації [337]. Тверді частки (РМ) є найбільш вивченими компонентами забруднення повітря, які тісно пов'язують із багатьма наслідками для здоров'я [149]. РМ класифікують, як великі частинки, середній діаметр аеродинамічної маси яких менше 10 мкм (РМ<sub>10</sub>), дрібні частинки – < 2,5 мкм (РМ<sub>2,5</sub>) і дуже дрібні частинки (< 0,1 мкм (РМ<sub>0,1</sub>)) [310]. Глобальне потепління і погана якість повітря становлять найбільший ризик для життя і здоров'я жителів великих міст і мегаполісів [331, 337]. Прогнозують, що зміни клімату в майбутньому матимуть ще більш вагомий вплив на здоров'я людей в результаті забруднення атмосфери твердими частинками та іншими речовинами, а також через посилення вироблення вторинних забруднювачів, зокрема озону [266].

Глобальне потепління становить дуже велику загрозу для життя на планеті Земля. Якщо нехтувати цією проблемою та не вживати необхідних заходів, то суспільство стикнеться із катастрофічними наслідками [68]. Такі екстремальні кліматичні зміни, як глобальне потепління, завжди є руйнівними, адже надзвичайно важко адаптуватися до настільки масштабних змін навколишнього середовища, спричинених діяльністю людини [115]

Науковцями розроблена важлива доказова база для того, щоб краще розуміти майбутні зміни клімату в залежності від концентрації забруднюючих речовин. У цій базі враховуються послідовні етапи досліджень із використанням моделювання, і публікується вони у звітах про оцінку Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC) [248, 306] , а також у регіональних дослідженнях із моделювання, таких як EURO-CORDEX [206]. Згідно зі сценарієм помірної концентрації парникових газів (RCP4.5), середньорічна температура може зрости на 1,2 – 3,0 °C до середини та на 1,6–3,5 °C до кінця XXI століття. За сценарієм високої концентрації парникових газів (RCP8.5), середньорічна температура може зрости на 1,7–4,1 °C до середини та на 3,4–6,2 °C до кінця XXI століття [331].

Провідний кліматолог Майкл Опенгеймер каже, що навіть 2 °C буде достатньо для того, щоб "змінити світ до невпізнаності" та вплинути майже на всі ланки життєдіяльності [54]. John Taskinsoy прогнозує, що до 2050 року настануть збої у всіх сферах людської діяльності, якщо не зменшити темпи прогресування глобального потепління [124]. А у звіті J. S. Pal and E. A. B. Eltahir (2016 р.) передбачають, що до кінця XXI століття частина планети Земля буде непридатною для життя людей внаслідок глобального потепління. Вони стверджують, що таким високим рівень вуглекислого газу був майже 15 мільйонів років тому [268]. Провідні фахівці Міжурядової групи експертів зі зміни клімату закликають якнайшвидше вживати необхідних заходів щодо уникнення прогресування глобального потепління більше, ніж на 1,5 °C, що за їхніми підрахунками, у разі відсутності необхідних дій, настане між 2030 і 2052 роками [36].

9 травня 1992 року міжнародним співтовариством було ухвалено Рамкову конвенцію Організації Об'єднаних Націй щодо зміни клімату, Україною ж вона була ратифікована 29 жовтня 1996 року [71]. Причиною її прийняття було бажання стабілізувати концентрацію парникових газів у повітрі на такому рівні, щоб людська діяльність не спричиняла негативного впливу на клімат планети Земля. Доповненням до цієї конвенції став

Київський протокол, затверджений у грудні 1997 року, метою якого було зобов'язати розвинені країни та країни з середнім рівнем економіки зменшити викиди парникових газів і утримувати їх на рівні 1990 року [44]. Україна також ратифікувала 14 липня 2016 року Паризьку угоду, яка була затверджена на 21-й конференції ООН з приводу зміни клімату [60]. Цей договір передбачає недопущення країнами катастрофічного глобального потепління на більше, ніж визначених 2 °С. Проте, незважаючи на підписання усіх цих угод та відповідні зобов'язання, провідні кліматологи світу прогнозують, що середньорічна температура до кінця 2100 року збільшиться від 3 °С до 5 °С, і якщо не зупинити цей процес, то наслідки для планети будуть нищівні та незворотні [189, 288].

В Україні ж наслідки глобального потепління надалі відчуватимуться ще сильніше, зважаючи на те, що на сході країни точаться воєнні дії ще з 2014 року, а з лютого 2022 року усю країну охопила повномасштабна війна. Вчені стверджують, що війна ще більше наближає глобальне потепління, так як в умовах бойових дій внаслідок ворожих обстрілів виникають лісові пожежі, а також полум'я охоплює промислові, хімічні підприємства, в результаті чого у повітря потрапляє велика кількість органічних сполук, чорного вуглецю, CO<sub>2</sub>, діоксиду азоту. А ці речовини і є тими самими парниковими газами, що безпосередньо прискорюють глобальне потепління [92, 121]. Згідно з дослідженнями ЕкоПолітики, у 2022 році викиди вуглецю збільшилися на 23 %, порівняно з 2021 роком, і в атмосферу потрапило близько 33 мільйонів тонн CO<sub>2</sub> [11]. І, звичайно ж, поточний військовий конфлікт унеможливорює адекватне і негайне реагування політичного керівництва та населення в цілому на зміну кліматичних умов у країні [121].

Одними із найважливіших видів екстремальних кліматичних умов внаслідок глобального потепління є теплові хвилі, які мають істотний вплив на існування навколишнього середовища та життя людей, в першу чергу у містах всього світу, особливо в країнах Європи та США [107, 233, 300]. Термін «теплова хвиля» вживають тоді, коли високі температурні показники

фіксують протягом кількох днів і вони виходять за межі нормального діапазону температур навколишнього середовища, спричиняючи негативний вплив на життя та здоров'я населення [181, 215, 332]. Інтенсивність, тривалість і частота хвиль спеки зростають паралельно з підвищенням середньорічної температури навколишнього середовища [251, 274]. Прогнозують, що близько 480 мільйонів населення Землі зазнають впливу теплових хвиль, якщо поріг глобального потепління перевищить 2 °C [105, 123]. Аналізуючи темпи глобального потепління, науковці з Ратгерського університету стверджують, що симптоми теплового стресу від аномальної спеки до 2100 року відчуватимуть 1,2 мільярда осіб щорічно, що в 4 рази більше, ніж кількість людей, що страждають від теплового стресу зараз [35]. Meehl і Tebaldi передбачають, що тривалість хвиль спеки збільшиться на 25–30 % на рік [254].

Також науковців цікавить стрімка та невпинна урбанізація в останні десятиліття, що є причиною всебічних досліджень міського клімату в контексті глобального потепління [242, 247]. В останні роки особливо гостро постає проблема урбанізації – стрімке збільшення чисельності жителів міст [66]. Наприклад, у США частка міського населення перевищує 80 % [178]. Встановлено, що жителі великих міст та мегаполісів більше страждають від негативних наслідків зміну клімату внаслідок унікальних умов навколишнього середовища і високої щільності населення [114, 191]. У містах формується так званий ефект «теплового острова» – підвищення температури у їх центральній частині, де найбільша концентрація промислових об'єктів, багатоповерхівок та щільність населення, порівняно із периферією [255]. Середньорічна температура у цій частині протягом року на декілька градусів вища, ніж на інших територіях [66, 138]. Встановлено, що ефект «теплового острова» виникає внаслідок переважання у містах штучних поверхонь, які відрізняються від природніх тим, що краще поглинають сонячне випромінювання, швидше нагріваються і довше зберігають тепло, а також ці населені пункти характеризуються недостатньою кількістю зелених насаджень, які б

могли знизити цю локальну температуру [337]. Посилюють «тепловий острів» у містах і великих мегаполісах значна кількість заводів і підприємств, а також велика концентрація автомобільних транспортних засобів, які забруднюють атмосферу міських населених пунктів тепловими викидами і підвищують частоту виникнення проявів теплового стресу серед більшості людей [88, 90]. Згідно з прогнозами провідних кліматологів, у найближчі роки урбанізація матиме ще вагомійший вплив на зміну клімату [337].

Вищевказані глобальні зміни клімату негативно позначаються на життєдіяльності усього населення планети Земля, а здоров'я людей залежить від здатності адаптуватися до цих змін [73]. У результаті подальшого підвищення середньорічної температури і, як наслідок, зростання інтенсивності та частоти теплових хвиль, виникатимуть значні перешкоди для нормального людського існування, обмежиться їх здатність підтримувати оптимальну внутрішню температуру під час виконання звичайної буденної та професійної діяльності [302]. Мільярдер Білл Гейтс, засновник корпорації Microsoft, стверджує, що наслідки глобального потепління, за смертністю, перевищуватимуть втрати через пандемію COVID-19, якщо не зменшити кількість парникових газів [40].

Тривале підвищення середньорічної температури навколишнього середовища та екстремальна спека пов'язані зі збільшенням кількості відвідувань відділень невідкладної допомоги та госпіталізації, збільшенням смертності від кардіореспіраторних та інших захворювань, проблемами з психічним здоров'ям, ускладненнями вагітності та пологів, зростанням витрат на охорону здоров'я тощо [139, 341]. Більшу частину цієї захворюваності та смертності, пов'язаних із спекою, можна було б запобігти шляхом підвищення готовності та уникнення негативного впливу підвищення середньорічної температури повітря [342].

Доведено, що є органи і системи в організмі людини, які відіграють важливу роль у підтримці оптимальної терморегуляції, і у разі розладів їхньої роботи настає зрив адаптаційних процесів і, відповідно, підвищується



сприйнятливість до зростання середньорічної температури навколишнього середовища. Зокрема, це серцево-судинна система, автономна нервова система, а також гіпоталамус [186]. Разом їх об'єднують у систему терморегуляції.

Встановлено, що оптимальна терморегуляція відбувається завдяки злагодженій роботі та взаємодії усіх органів і систем, які її забезпечують. Внаслідок порушень у роботі якої-небудь вищезгаданої складової, знижується стійкість до тепла, а чутливість, відповідно, підвищується [186, 314]. У результаті довготривалого впливу тепла порушується нормальне функціонування системи терморегуляції, що призводить до загального теплового перевантаження організму [246]. Також встановлено, що прийом окремих категорій ліків може порушувати процеси теплової адаптації. До таких препаратів відносять діуретики, нейролептики, бета-блокатори, інгібітори ангіотензинперетворюючого фактора, антихолінергічні препарати тощо [228, 311].

У людини розрізняють температуру ядра, тобто внутрішніх органів, і температуру оболонки, тобто шкіри [79, 340]. Встановлено, що зовнішня оболонка є пойкилотермною, тобто залежить від температури навколишнього середовища, а внутрішнє ядро є гомойотермним – зберігає сталий температурний показник, не залежно від зовнішніх впливів [340]. Організм людини здатний підтримувати внутрішню температуру тіла на рівні близько 37 °С, і цей показник не значно відрізняється у людей та не адаптується до змін клімату. Температура внутрішніх органів є найбільш точним фізіологічним показником, який відображає теплове напруження людини [201].

Температура шкіри людини становить в середньому 35 °С або дещо нижче за нормальних умов довкілля, і оскільки оболонка є холоднішою, ніж ядро, то метаболічне тепло має можливість надходити до шкіри [301]. На відміну від внутрішньої температури тіла, яка підтримується у вузькому діапазоні, зовнішня температура варіює у більших межах внаслідок зміни

температури повітря, випаровування поту, що спричинено тепловим стресом. Зокрема, температура шкіри пальців була використана науковцями, як один із основних індикаторів фізіологічного теплового напруження та відіграє істотну роль у терморегуляції людини [340]. Дослідниками виявлено, що температура шкіри та тепловий дискомфорт корелюють [226, 238]. Також встановлено, що у результаті тривалого утримання температури шкіри на рівні вище, ніж 35 °С, підвищується внутрішня температура (ядра) і настає гіпертермія, яка може спровокувати летальні наслідки вже при температурі шкіри 37–38 °С, навіть у акліматизованих і здорових людей [151, 285].

Внаслідок змін температури довкілля збуджуються теплові й холодкові терморекцептори, які розміщені субепітеліально в шкірі та внутрішніх органах [62]. Досліджено, що їхні рецепторні поля не є постійними, а змінюються у залежності від параметрів навколишнього середовища [211].

Виділяють рецептори, які більше чутливіші до тепла (TRPV1), холоду (TRPM8), хімічних речовин (TRPA1) тощо [211, 218, 267, 283]. Також виокремлюють споріднені до TRPV1 рецептори, такі як TRPV2, TRPV3 і TRPV4, вказуючи, що вони також активуються внаслідок дії теплового фактора різного діапазону: від помірної до високої температури [179, 210, 334]. Науковці TRPV рецептори називають «молекулярними термометрами» [325]. Досліджували їх за допомогою такого подразника, як капсаїцин (це інгредієнт «гострого» перцю чилі). Капсаїцин та інші споріднені сполуки ванілоїду спричиняють відчуття поколювання та печіння, які схожі з тими, що виникають внаслідок впливу високої температури на шкіру людини [259]. А, наприклад, холодкові рецептори (TRPM8) активували ментолом та іншими охолоджуючими речовинами [210]. На сьогодні виділено ще один специфічний тепловий рецептор – TRPM3, який працює незалежно від TRPV1, проте вони обидва сприймають високі діапазони теплового фактора, зокрема ті, які викликають біль [325].

Встановлено, що больовий температурний поріг становить приблизно 43 °С. Тобто людина чітко може відрізнити з допомогою специфічних

механізмів у її організмі шкідливе тепло від нешкідливого і, відповідно, уникати той діапазон температур, який може викликати у ньому пошкодження. При критичній межі температури навколишнього середовища вище 43 °C активуються TRPV1 канали і це тепло сприймається як шкідливе [116]. Після цього імпульси прямують до спинного та головного мозку, в тому числі і до центру терморегуляції, і виникають відповідні фізіологічні та психологічні реакції [210, 211, 324].

Проте доказано, що тривалий вплив оптимальних теплових подразників знижує чутливість TRPV-рецепторів, викликаючи їх сенсibiliзацію [283]. Таким чином реалізується одна із ланок теплової адаптації, яка покращує життєдіяльність людини у несприятливих умовах навколишнього середовища.

Найважливішою передумовою збереження сталості температури тіла — ефективний теплообмін, тобто встановлення рівноваги між теплопродукцією і тепловіддачею, у результаті чого зберігається хороша працездатність та витривалість [79]. Теплопродукція регулюється зміною інтенсивності обміну речовин, роботою м'язів, а тепловіддача – шляхом проведення тепла, конвекції, радіації, випаровування тощо [176]. Тому в організмі людини важливою є добре розвинена система контролю для регулювання теплообміну всередині нього, а також між шкірою та навколишнім середовищем [175]. Ефективність цієї системи залежить від градієнта температури та інших умов навколишнього середовища. Якщо виникає ризик розвитку теплового стресу, організм людини реагує на це шляхом перерозподілу кровотоку до шкіри (вазодилатація) для покращення передачі тепла від м'язів і потім до навколишнього середовища та виділенням поту на шкіру, який згодом випаровується та відводить надлишок тепла [143]. І ці процеси також регулює центральна нервова система за допомогою сприйняття тепла чутливими до температури структурами шкіри та усього організму [159]. Проте, при тривалому підвищенні температури повітря, у поєднанні з високою вологістю, вищеописані процеси не

працюють належним чином, не відбувається випаровування, у результаті чого тепло накопичується в організмі і виникає тепловий дисбаланс (гіпертермія) [226, 231].

Важливо згадати за гіпоталамус, в якому знаходиться центр терморегуляції, а також центр автономної нервової системи [166, 313]. Інформація про зміну температури надходить від периферійних терморцепторів через висхідні шляхи спинного мозку (спіноталамічний, спіноретикулярний тракти) до головного мозку, і зокрема до гіпоталамуса [62, 169]. У гіпоталамусі містяться центри теплоутворення і тепловіддачі, завдяки яким підтримується температура тіла на оптимальному рівні [127]. Таким чином, нормальна його робота забезпечує здатність організму зберігати сталість внутрішнього середовища навіть при значних змінах у зовнішньому середовищі [296].

У забезпеченні терморегуляції ключову, проте мало вивчену, роль відіграє система кровообігу [240]. Перенесення тепла серцево-судинною системою є найважливішим шляхом теплообміну всередині організму людини [176]. Посилення кровотоку в шкірі при нагріванні є важливою для терморегуляції і підтримки температурного гомеостазу [136, 245]. Наприклад, якщо би тепло не виділялося зі шкіри, і не відбувалися попередньо серцево-судинні коригування задля його виділення, то температура «ядра» досягла б верхньої «безпечної» межі протягом 10 хвилин помірного фізичного навантаження [216].

Встановлено, що тепловий вплив вимагає від організму людини підвищеної тепловіддачі внаслідок випаровування поту та посилення кровотоку у шкірі [196]. Якщо ж ці процеси перевантажені внаслідок довготривалого впливу хвиль спеки, то внутрішня температура тіла не може залишатися на оптимальному рівні, і це призводить до гіпертермії з усіма її наслідками [147, 182]. Нормальне функціонування серцево-судинної системи забезпечує достатню теплопродукцію та тепловіддачу [154]. У людей з порушенням діяльності системи кровообігу і, відповідно, поганою

терморегуляцією, виникає тепловий стрес [245]. В основному летальні випадки внаслідок глобального потепління мають серцево-судинне походження, що підтверджує вплив системи кровообігу на розвиток теплового стресу, і навпаки [256, 309]. Також знайдено дані, що периферійна гемодинаміка є показником гомеостазу організму людини, а зміни її показників можуть свідчити про різні порушення його життєдіяльності [42].

Досліджено, що захворюваність або летальні випадки у результаті впливу зміни клімату в основному спричинені не безпосередньо гіпертермією, а підвищенням навантаження на серцево-судинну систему і виникненням розладів її діяльності та функціонування організму в цілому, що обмежує адаптаційний потенціал людини та терморегуляційні механізми [118, 225]. Негативний вплив на здоров'я підвищення середньорічної температури навколишнього середовища та забруднення повітря в умовах глобального потепління особливо відчутний для тих, хто має розлади діяльності системи кровообігу або підвищений ризик розвитку серцево-судинних захворювань, а особливо для людей похилого віку та дітей [134, 263, 286, 294].

У всьому світі захворювання серцево-судинної системи посідають перше місце серед причин смертності та інвалідності [172, 260, 315]. В Україні також провідне місце серед захворюваності населення займають серцево-судинні хвороби, причому від кінця ХХ століття цей показник прогресивно збільшується і є значно вищим, ніж у інших сусідніх країнах [41, 45]. Тому, в умовах глобального потепління, важливо вивчати і доповнювати фактори ризику розвитку хвороб системи кровообігу, враховуючи підвищення середньорічної температури, як один із цих факторів, задля зменшення поширеності цих захворювань [273].

Серцево-судинні хвороби є найбільш актуальною медичною і соціальною проблемою у результаті дуже високих показників захворюваності і смертності та з кожним роком все значнішого поширення серед людей молодого і середнього віку [53, 322]. Зокрема, з цього приводу ВООЗ

ухвалила План дій для реалізації Європейської стратегії попередження та боротьби з неінфекційними хворобами на 2016-2025 роки [38]. Експерти Всесвітньої асамблеї охорони здоров'я ще у 80-х роках ХХ століття встановили, що серед чинників впливу на захворюваність людей стан навколишнього середовища становить 20-25 % і є на другому місці після умов і способу життя [333].

Організм людини адаптується до поступового підвищення температури навколишнього середовища, але внаслідок впливу теплових хвиль у поєднанні із забрудненням повітря створюється підвищене навантаження на серцево-судинну систему [245, 276].

Встановлено, що вплив високих температур навколишнього середовища спричиняє зміни тонуусу кровоносних судин внаслідок синтезу оксиду азоту, цитокінів тощо [137]. Також досліджено вплив спеки на підвищення артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, в'язкість крові, що негативно впливає на серцево-судинну діяльність [139]. На клітинному рівні теплові хвилі обмежують зберігання кисню та АТФ, що погіршує кардіореспіраторну працездатність [177]. Припускають, що вищевказані патологічні зміни в результаті впливу високої температури виникають внаслідок активації симпато-адреналової і ренін-ангіотензинової систем [240].

Як наслідок впливу підвищеної температури, розвивається тепловий стрес, про що свідчить значне збільшення серцевого викиду за рахунок зростання частоти серцевих скорочень, а ударний об'єм підтримується за рахунок збільшення сили серцевих скорочень [139]. Артеріальний тиск за рахунок цього, а також барорефлексів, зберігається на оптимальному рівні, проте тривалий вплив спеки спричиняє розлад цих процесів [145]. Також існує твердження, що тепловий стрес супроводжується збільшенням фракції викиду [144]. Для того, щоб уникнути розвитку теплового стресу і зберігання оптимального рівня температури ядра, система кровообігу людини також

збільшує приплив крові до шкіри для покращення тепловіддачі, а також підвищується потовиділення [289].

Існує низка досліджень, спрямованих на встановлення взаємозв'язку зростання захворюваності і смертності серед населення, в тому числі і від серцево-судинних захворювань, та підвищенням середньорічної температури навколишнього середовища внаслідок глобального потепління [97, 113, 177]. Зокрема, таку закономірність науковцями виявлено у Пекіні та ще багатьох містах Китаю [244], у найбільшому місті Австралії – Сідней [321], у Кореї [304], в одному із штатів США – Нью-Йорку [236], в Італії [103] тощо. У Європі в 2003 році внаслідок аномальної спеки було виявлено більше 70 тисяч додаткових смертей [165]. У Каліфорнії у 2006 році зареєстровано багато захворювань і теплових травм під час інтенсивних хвиль спеки [219]. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) прогнозує, що в період між 2030 і 2050-ми роками буде на 250000 більше, ніж в період сьогодення, летальних випадків внаслідок екстремальних теплових хвиль, тобто зросте майже втричі, проте це за умови неефективної адаптації [118]. Передбачають, що після 2100 року найбільшим ризиком для людей внаслідок глобального потепління буде зростання захворюваності та смертності в результаті посилення та почастищення хвиль аномальної спеки [305].

Встановлено, що хвилі спеки ще негативніше діють на серцево-судинну діяльність у поєднанні із впливом забруднення повітря навколишнього середовища [239]. Ще у 2004 році Американською асоціацією серця було опубліковано, що серцево-судинна захворюваність і смертність збільшується в умовах забруднення атмосфери твердими частинками (PM), і протягом наступних років кількість таких досліджень тільки зростала [132, 297]. Науковці стверджують, що зв'язки між твердими частинками та смертністю від серцево-судинних захворювань більш надійні при вищих середньорічних температурах навколишнього середовища [239]. Італійські дослідники встановили, що вплив теплових хвиль на серцево-судинну смертність в умовах забруднення повітря твердими частинками

збільшується втричі [292]. За даними ВООЗ, тверді частинки (зокрема  $PM_{2,5}$ ) є причиною близько 800 тисяч передчасних летальних випадків на рік [333].

Описано так званий каскадний механізм, як зміна клімату та забруднення повітря потенціюють негативний вплив на систему кровообігу [100, 148]. Зокрема, високі показники температури повітря сприяють утворенню приземного озону, а також збільшують ризик лісових пожеж і пилових бур, в результаті чого утворюються  $PM_{2,5}$ , які збільшують ризик серцево-судинних захворювань. Багаторічні дослідження в Німеччині підтвердили більшу асоціацію між впливом тепла та смертністю саме при високому рівні твердих частинок (зокрема  $PM_{10}$ ) [130]. Результати досліджень у 9 містах Європи показали, що смертність від серцево-судинних захворювань під час теплових хвиль більша, коли у повітрі реєструється підвищений вміст  $PM_{10}$  [108]. Причому встановлено, що вплив  $PM_{10}$ , у поєднанні з дією теплових хвиль, посилюють серцево-судинну смертність незалежно від рівня концентрації твердих частинок в повітрі [232]. Є дані, що короткочасний вплив дрібнодисперсних твердих частинок (від годин до днів) пов'язаний з підвищеним ризиком інфаркту міокарда, інсульту та смерті від серцево-судинних захворювань, а довготривалий (від 1 до 5 років) – підвищеною захворюваністю і смертністю від ішемічної хвороби серця [104, 117, 275]. Програмою «Глобальний тягар хвороб» у 2019 році зафіксовано, що найбільший ризик втрати працездатності і розвитку захворювань відбувся через забруднення навколишнього середовища твердими частинками [171].

Існує низка тверджень щодо механізмів впливу твердих частинок на серцеву-судинну діяльність. Встановлено, що  $PM$  впливають на функцію ендотелію, рівень артеріального тиску, вазоконстрикцію, спричиняють вегетативний дисбаланс [104, 126, 133, 297]. Зокрема, ключовими механізмами, за допомогою яких  $PM_{2,5}$  підвищують ризик серцево-судинних розладів, є окислювальний стрес і запалення. Вплив повітря, забрудненого твердими частинками, активує шляхи утворення активних форм кисню, що



впливає на запалення судин, базальний вазомоторний баланс, коагуляцію тощо [104]. Іншими науковцями встановлено, що короточасний негативний вплив РМ в організмі людини викликає зміни судинного тону та підвищення артеріального тиску [282]. Експериментальними дослідженнями виявлено, що вплив забрудненого повітря пов'язаний зі змінами балансу автономної нервової системи – активацією симпатичної нервової системи та зменшенням тону парасимпатичної [133]. Механізм цих змін підтверджується епідеміологічними даними, які демонструють зв'язок між впливом забрудненого повітря та змінами варіабельності серцевого ритму [297].

Також виявлено, що внаслідок глобального потепління зростає рівень озону в повітрі, що може призводити до розвитку серцево-судинних захворювань [284]. Ямамото та ін. повідомили, що вплив тепла є значно сильнішим, коли рівень озону в навколишньому середовищі підвищений [33]. Проведені дослідження показують, що смертність під час хвиль екстремальної спеки значно вища тоді, коли реєструють в повітрі високий вміст озону, а летальних випадків менше тоді, коли його рівень нижчий [108]. Також негативний вплив підвищення температури навколишнього середовища на здоров'я посилюється внаслідок супутнього збільшення вологості атмосферного повітря [142], у результаті чого зменшується здатність людини віддавати тепло [295].

Враховуючи вищевказане, стає зрозумілим, що для виживання в умовах глобального потепління людині необхідна успішна адаптація до кліматичних змін, а також її індивідуальна чутливість до дії навколишнього середовища [186]. Термін «адаптація» означає здатність організму людини зберігати цілісність в умовах зміни параметрів довкілля [85, 123]. Міжурядова група експертів зі зміни клімату стверджує, що чутливість — це внутрішня особливість людини, яка характеризує її сприйнятливості до термічного впливу, а специфічні для конкретного індивідуума фактори ризику теплового стресу можуть знизити її толерантність до теплового стресу [111].

Виявлено наявність у людей індивідуальної сприйнятливості, одні з них більше чутливі до дії факторів довкілля, аніж інші[1]. Зокрема, є низка наукових праць, де встановлюють індивідуальну резистентність до нестачі кисню [7, 229]. Знайдено також дослідження, де висвітлюють різну теплову чутливість [98, 163]. Є опис визначення індивідуальної чутливості до тепла у шкідливих умовах праці, та які фактори впливають на підвищену чутливість [111]. Особливості сприйнятливості до підвищеної температури вивчали у людей із розсіяним склерозом за допомогою опитувальника [162], із серповидно-клітинною анемією, використовуючи кількісне сенсорне тестування [129].

Також описані декілька теорій, чому люди відрізняються за своєю чутливістю до впливу факторів навколишнього середовища. Зокрема, вказують, що це може відбуватися на фенотиповому, фізіологічному рівнях, а також існує диференціальна сприйнятливості [329]. На фенотиповому рівні характерною є індивідуальна чутливість сенсорної обробки, яка виникає внаслідок різних типів темпераменту, емоційної реактивності тощо [109]. На фізіологічному рівні особливістю є біологічна реактивність у людини, яка виникає ще у дитинстві в залежності від середовища, в якому розвивається індивід [128]. А диференціальна сприйнятливості припускає те, що є люди більше і менше пластичні, і, відповідно, по різному сприйнятливі до умов навколишнього середовища [119].

Індивідуальна реакція людського організму на вплив підвищення температури навколишнього середовища також залежить від його вразливості, тобто схильності до несприятливого впливу зміни клімату [280]. Ця особливість людини охоплює різноманітні складові, включаючи сприйнятливості до негативної дії факторів довкілля та відсутності здатності з ними впоратися та адаптуватися до них [230]. Ступінь вразливості модулюється віком особистості, умовами навколишнього середовища, в яких вона проживає, доступністю охорони здоров'я, а також діяльністю серцево-

судинної системи, наявністю чи відсутністю ожиріння, психічних розладів тощо [185].

Здатність людини адаптуватися до сучасної зміни клімату також залежать від індивідуальних функціональних резервних можливостей її організму [51]. Одними із перших тверджень науковців про резервний потенціал, ще на початку ХХ століття, було те, що це важлива захисна сила організму. Надалі з'явилися припущення, що саме він допомагає людині зберігати гомеостаз в умовах зміни навколишнього середовища [74]. Пізніше стало зрозуміло, що резервний потенціал об'єднує у собі функціональні можливості усіх органів та систем, і є індивідуальним для кожного організму, та саме від нього залежить ступінь адаптації до негативної дії факторів довкілля [29]. Резервні можливості організму відображають його здатність змінювати свою діяльність з метою адаптації до дії різних факторів навколишнього середовища [74]. У процесі пристосування до теплового впливу надзвичайно важливим є саме резервний потенціал серцево-судинної системи. Діяльність системи кровообігу є індикатором функціональних резервів організму людини, основним постачальником у відповідь на більшість енергетичних запитів органів і систем [26]. А так як середньорічна температура довкілля протягом останніх десятиліть стрімко підвищується, вищевказане є критично важливим для виживання людини [186]. Встановлено, що чим більший функціональний резерв серця, тим більша стійкість до теплового стресу [207].

Варто згадати про стресостійкість організму людини, яка нерозривно пов'язана із вразливістю та є необхідною в умовах глобального потепління [220]. У людей встановлена різна стійкість в умовах зміни клімату, тобто в них індивідуальна резистентність і реактивність [225]. Ці поняття характеризують чутливість до подразників і відповідні реакції на них [79]. Резистентність – це можливість протистояти різним впливам навколишнього середовища, а реактивність – зміна функціонування організму у відповідь на ці впливи. Резистентність безпосередньо пов'язана зі здатністю до адаптації і

характеризує можливості організму змінювати свою діяльність у залежності від умов навколишнього середовища [270]. Вона буває активною, яка відповідає за зміну функціонування органів і систем задля переносимості різних факторів довкілля, і пасивною, наприклад, кожна людина від народження має власну імунну систему, тобто індивідуальний специфічний захист [79]. А прикладом реактивності може бути зміна теплопродукції і тепловіддачі у відповідь на тривалий вплив теплового фактору, що, відповідно, покращує життєдіяльність організму в таких умовах, тобто виробляються механізми активного пристосування до дії негативних факторів навколишнього середовища [79].

Таким чином, здоров'я і виживання людини в умовах глобального потепління залежить від її здатності адаптуватися до зміни клімату, що вже настала [120]. Адаптаційний потенціал вважають одним із критеріїв здоров'я організму людини, який відображає ступінь рівноваги із зовнішнім світом, визначає ризик розвитку патологічних станів і залежить від його резервних можливостей [57]. Тобто по суті в процесі адаптації функціонування організму стає економнішим і досконалішим [48]. Це можна вважати, наприклад, аналогом первинної профілактики серцево-судинних захворювань, тобто не виникають процеси, які запобігають настанню зміни клімату, а швидше дії, які мінімізують вплив глобального потепління, коли воно вже настало [207]. Але у випадку тривалої дії неадекватних факторів навколишнього середовища та при обмежених або виснажених функціональних можливостях організму може наступити «зрив» адаптації, що спричиняє розвиток патологічних станів [99].

Вважають, що здоров'я – це достатня здатність організму пристосовуватися до умов навколишнього середовища, а коли настає дезадаптація – це свідчить про хворобу. Тобто зниження пристосувальних можливостей організму сигналізує про перехід від стану здоров'я до захворювання [64]. У результаті недостатньої адаптації дуже швидко

функціональні можливості організму виснажуються, внаслідок чого його функціонування переходить на патологічний рівень [6].

У людей розвинена хороша здатність до термінової адаптації, тобто близько 10 днів потрібно, щоб терморегуляторні і серцево-судинні механізми адаптувалися до короткотривалого підвищення температури навколишнього середовища, і відповідно покращилося самопочуття та функціонування організму [273]. А при довготривалих впливах змінених умов довкілля механізми пристосування ще не вивчені і наслідки дезадаптації також не відомі [272, 290].

Процес адаптації повинен стати невід'ємною відповіддю організму людини на неминучі наслідки зміни клімату [5, 8]. Людству протягом свого існування завжди доводилося адаптуватися до різних соціально-економічних змін, проте стрімке прогресування глобального потепління в період сьогодення вимагає значно більше зусиль для достатнього пристосування до його впливу [122]. І навіть при дотриманні країнами зобов'язань Паризької угоди і зменшенні викидів парникових газів у атмосферу, адаптаційні можливості все одно повинні бути високими у кожного індивідуума задля виживання у тих умовах, які на сьогоднішній день є вже незмінними [272].

Група іспанських дослідників прогнозують, що при відсутності достатніх адаптаційних механізмів смертність внаслідок підвищення середньорічної температури навколишнього середовища складатиме 1414 смертей на рік у період між 2021 та 2050 роками, а якщо відбудуватиметься необхідний процес адаптації до тепла, летальність протягом року буде такою: 651 смерть на рік від 2021 до 2050 року [150].

Досліджено, що саме серцево-судинна система відіграє найважливіше значення в процесі адаптації до різних впливів навколишнього середовища, і до глобального потепління в тому числі [1]. Пристосувальні можливості організму людини залежать від функціонально-резервного потенціалу, який обумовлений певним типом кровообігу [67]. Вважається, що кожен із гемодинамічних типів (гіпо-, еу- та гіперкінетичний) є варіантом норми, і

обумовлений генетично [49]. Також окремий тип кровообігу характеризується індивідуальним адаптаційним потенціалом [34], і, відповідно, неоднаковою переносимістю підвищення середньорічної температури навколишнього середовища. Досліджено, що гіпокінетичний тип кровообігу характеризується оптимальною і економною роботою серцево-судинної системи та високими її резервними можливостями [52]. А при гіперкінетичному типі навпаки, система кровообігу працює у неекономічному режимі зі збільшеною інтенсивністю, витрачаючи свій резервний потенціал [28]. Тому, відповідно, люди з цим гемодинамічним типом мають недостатню стійкість та компенсаторні можливості в умовах зміни клімату, а також вважається, що у них найбільша сприйнятливість до розвитку захворювань серця та судин. Особи з гіперкінетичним типом кровообігу адаптуються до різних зовнішніх та внутрішніх впливів за рахунок мобілізації інотропної та хронотропної функцій серця, без участі механізму Франка-Старлінга [91]. Еукінетичний ж тип кровообігу по діяльності серцево-судинної системи займає проміжне положення і є досить оптимальним. Вищевказане свідчить про те, що люди з різними типами кровообігу мають неоднаковий адаптаційний потенціал, який вони можуть використати для нормального функціонування їхнього організму в умовах дії різних факторів довкілля [28].

Також встановлено, що при гіперкінетичному типі гемодинаміки вища активність симпатичної нервової системи, в результаті чого, відповідно до вищевказаного, швидко вичерпуються резервні можливості серцево-судинної системи [28, 34]. Відомо, що функціонування автономної нервової системи відіграє важливу роль у профілактиці розладів діяльності організму людини [59, 253]. Саме вона підтримує сталість внутрішнього середовища, а також забезпечує мобілізацію достатнього резервного потенціалу задля адаптації до кліматичних змін [198].

У процесі адаптації до дії чинників навколишнього середовища, автономна нервова система регулює температуру тіла, артеріальний тиск,

частоту серцевих скорочень та інші параметри життєдіяльності організму [158]. Про розвиток дезадаптації свідчить автономний дисбаланс, зокрема переважання активності симпатичної нервової системи та зниження діяльності парасимпатичної [315]. Це призводить до збільшеної енергетичної потреби організму людини, і в кінцевому етапі, до розвитку різних патологічних станів та захворювань, в тому числі і серцево-судинних [315]. Оптимальна діяльність системи кровообігу здійснюється за умови взаємодії і балансу симпатичної та парасимпатичної регуляції [131]. Взаємодія цих двох ланок автономної нервової системи вже давно цікавить фізіологів та практикуючих лікарів, зокрема кардіологів, де їх порушення відіграють провідну роль [23, 24]. Також є дані, що активність симпатичної нервової системи збільшується під час теплового стресу [214].

Адаптаційний потенціал організму людини також зумовлений її енергопотенціалом [1]. Енергетичний обмін включає в себе анаеробне і аеробне енергоутворення, проте саме аеробні процеси є важливими показниками життєдіяльності організму [1, 173, 293]. Аеробна продуктивність відображає функціонування багатьох органів і систем, а також взаємодію між ними [1]. Є дані, що більші аеробні можливості допомагають людині легше переносити спекотну погоду, так як при цьому зростає кардіо-респіраторний потенціал і відповідно покращуються резервні можливості цих систем. Встановлено, що особи із кращою аеробною підготовкою можуть довше, без змін у функціонуванні їхнього організму, переносити високі температури навколишнього середовища, порівняно з людьми з меншою [167]. Існує ще й гіпотеза щодо впливу аеробних можливостей на чутливість до гіпоксії [307]. Таким чином, кисневе забезпечення організму людини є одним із показників здоров'я. Також встановлено, що у осіб з гіпокінетичним типом кровообігу рівень споживання кисню є більшим, тобто вищий аеробний потенціал, і, відповідно, більші адаптивні можливості [28].

Аналізуючи вищевказане, зрозуміло, що глобальне потепління становить серйозну загрозу для суспільства. Зміни клімату, які вже настали, є незворотніми та призводять до гострих серцево-судинних захворювань та підвищеної смертності [250]. Тому задля виживання необхідно досліджувати механізми в організмі людини, які обумовлюють пристосування до зростання середньорічної температури навколишнього середовища [275, 288].

Важливо своєчасно виявляти тих осіб, які найбільше вразливі до зміни клімату, та проводити активний моніторинг стану їхнього здоров'я, підвищувати їхній адаптаційний потенціал та стресостійкість [335]. На сьогодні одним із поширених та досить точних методів прогнозування, що може використовуватися в якості первинної профілактики і полегшити роботу практикуючих лікарів, є багатофакторний регресійний аналіз [141, 193]. З його допомогою також можна прогнозувати індивідуальну реакцію організму людини на теплові зміни середовища, чого не знайдено у доступних літературних джерелах. Це дозволить вчасно виявляти осіб із вищою теплочутливістю, щоб унеможливити або мінімізувати негативний вплив на їх організм глобального потепління.

Знайдено також опис методу прогнозування теплового напруження людини в умовах спеки за допомогою даних вимірювання температури шкіри пальців, провідності шкірного покриву, частоти серцевих скорочень і варіабельності серцевого ритму [234]. Науковцями доведено, що саме варіабельність серцевого ритму має найкращий прогностичний потенціал для теплового стресу, який також відображає діапазон внутрішньої температури тіла, а за ним слідує максимальна температура шкіри пальців, середня температура шкіри пальців і частота серцевих скорочень. Також ними досліджено, що провідність шкіри людини непридатна для прогнозування теплового дискомфорту. І ще низка науковців описують, що варіабельність серцевого ритму є найкращим методом для прогнозування теплових відчуттів і теплового комфорту в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища [234]. Зокрема, Nkurikiyeezu та ін.



стверджують, що варіабельність ритму серця може точно прогнозувати стан теплового комфорту у людини до 93,7 % за допомогою алгоритмів класифікації машинного навчання [261].

Науковцями розроблено низка стратегій пом'якшення наслідків зміни клімату та різних методів адаптації, кожна із яких принесла б позитивний результат, за умови дотримання усіма їх рекомендацій [183, 184, 208]. Дослідники стверджують, що серцево-судинні захворювання, пов'язані зі зміною клімату, можна модулювати шляхом пристосування до цих змін [183]. Розроблено рекомендації для осіб із серцево-судинними розладами під час хвиль спеки, оскільки вони мають найвищий ризик смертності в умовах підвищення температури навколишнього середовища: збільшити споживання рідини, знизити рівень активності, контролювати артеріальний тиск, відкорегувати дозування серцево-судинних препаратів, якщо вони їх приймають тощо [184]. Також науковці впевнені, що слід приділяти більшу увагу навчанню населення про ризики хвиль спеки [208].

Відомо, що для підвищення резистентності організму людини до дії несприятливих факторів навколишнього середовища та розвитку достатньої акліматизації використовуються такі засоби, як адаптогени [93, 95]. Ці препарати покращують життєдіяльність та працездатність органів і систем організму, сприяють збільшенню розумових здібностей, підвищують опірність до різних негативних впливів зовнішнього середовища, фізичного та емоційного напруження, перепадів температури, атмосферного тиску [2]. Потрібно відзначити, що рослинні препарати цієї групи (родіола рожева, женьшень, меліса, елеутерокок, лимонник китайський, ехінацея пурпурова, аралія маньчжурська, розторопша плямиста, маралів корінь тощо) мають перевагу над синтетичними, так як вони добре переносяться організмом і не викликають негативних ефектів [94]. В організмі людини не виникає звикання до адаптогенів навіть при тривалому їх використанні.

Науковцями доведено, що комплексна дія женьшеню та родіоли рожевої спрямована на стабілізацію функціонального стану нервової

системи, підвищення опірності організму до екологічного стресу, нормалізацію роботи серця, судинної функції, рівня артеріального тиску (при потребі), що важливо для осіб із вищою чутливістю до зміни клімату сучасності [77]. Проте нами не знайдено даних про вплив адаптогенів на функціональний стан серцево-судинної системи в умовах глобального потепління.

Таким чином, вивчення функціонального стану системи кровообігу – пріоритетне завдання в умовах глобального потепління. Адже доведено, що збільшення захворюваності та смертності у результаті впливу зростаючої температури навколишнього середовища зумовлені підвищеним навантаженням на серцево-судинну систему і виникненням розладів її діяльності та функціонування організму в цілому, що обмежує пристосувальні можливості людини [320]. Смертність у результаті впливу глобального потепління має здебільшого серцево-судинне походження, що підтверджує вплив саме системи кровообігу на розвиток теплового стресу, і навпаки [152]. Проте, більшу частину цієї захворюваності та смертності, пов'язаних із спекою, можна було б запобігти шляхом підвищення готовності та уникнення негативного впливу підвищення середньорічної температури повітря [342].

У доступних літературних джерелах нами не знайдено даних про фізіологічні механізми, які обумовлюють індивідуальну теплочутливість організму людини і, відповідно, не однаковий адаптаційний потенціал в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища, тому це важливо дослідити.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Об'єкти і організація обстежень

Нами було обстежено 150 молодих людей віком 17-20 років, студентів Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України. Згідно з метою та завданнями дослідження обирали саме таку вікову категорію обстежуваних, так як ЮНЕСКО встановили, що молодий вік знаходиться у проміжку від 15 до 24 років, а в Україні законодавство затвердило рамки віку від 14 до 35 років, як молодий [25, 58]. Обстеження проводили після попередньої згоди на його здійснення. Виключали із дослідження осіб, вік яких не відповідав встановленому у меті проміжку, які вказували на наявність у себе шкідливих звичок, супутніх хронічних захворювань, та тих, що вживають постійно будь-які лікарські засоби. Дотримувались таких принципів проведення досліджень: здійснювали їх в один і той самий час доби, учасникам обох груп робили ті самі ідентичні обстеження.

Дослідження проводились на базі атестованої МОЗ України лабораторії психофізіологічних досліджень кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (Свідоцтво № 003/18).

При проведенні досліджень керувались загальноприйнятими правилами безпеки обстежуваних, дотримувались біоетичних норм згідно з Конвенцією Ради Європи про права людини та біомедицини (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації (1964-2000 рр.), Кодексу ученого України (2009 р.), рішення комісії з біоетики Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України (протокол № 74 від 01.09.2023 року).

## 2.2 Встановлення рівнів теплочутливості за допомогою опитувальника та теплової проби

Усіх обстежуваних було поділено на 2 групи: із вищою та нижчою теплочутливістю. Рівень чутливості до тепла встановлювали за таким алгоритмом [319]:

- На першому етапі обстежуваним пропонувалося відповісти на запитання опитувальника «Рівні теплочутливості» (авторське свідоцтво № 115529 від 01.11.2022 р.) – (табл. 2.1). Даний опитувальник містить 10 запитань та призначений для швидкої та точної оцінки індивідуальної теплової чутливості, враховує основні симптоми та розлади стану здоров'я, пов'язаними із впливом теплового фактора. Обстежуваним пропонувалось уважно прочитати кожне із наведених нижче запитань, вибрати та відзначити варіант відповіді, який найбільшою мірою характерний для них.

По кількості отриманих балів оцінювали результат: 0-6 – нижча теплочутливість, 7-16 – вища.

- Наступним кроком у дослідженні було проведення теплової проби (авторське свідоцтво №119974 від 22 червня 2023 р.). Перед її початком вимірювали температуру у приміщенні за допомогою електронного термометра «Omron Gentle Temp 720 (MC-720-E)». У обстежуваних пальпаторно визначали частоту пульсу та величину артеріального тиску аускультативним методом за допомогою приладу ММП-60, після чого занурювали кисті обох рук у ємкість з теплою водою (45 °C) на 3 хвилини. Під час цього на 2-ій хвилині визначали частоту пульсу та величину артеріального тиску. Це ж повторювали і після того, як тільки кисті були вийняті із води і кожні 2 хвилини аж до відновлення показників пульсу та артеріального тиску з фіксацією часу. За результатами теплової проби осіб, в яких значення частоти пульсу та рівень артеріального тиску підвищувалися, відносили до групи з вищою теплочутливістю, а в яких вимірювані показники знижувалися або не змінювалися – до групи з нижчою теплочутливістю.

Таблиця 2.1 – Опитувальник «Рівні теплочутливості»

№ п/п	Запитання	Варіанти відповідей			
1.	Чи відмічаєте Ви підвищену чутливість до дії високої температури навколишнього середовища?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.	
2.	Комфортною температурою приміщення для Вас є?	Більше +20 °С – 0 б.		Менше +20 °С – 1 б.	
3.	Комфортною температурою навколишнього середовища для Вас є?	Менше 20 °С – 2 б.	20-25 °С – 1 б.		Більше 25 °С – 0 б.
4.	В спекотний день намагаюся уникати прямого сонячного проміння, знаходитися більшість часу у тіні?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.	
5.	В спекотний літній день відчуваю загальну слабкість, сонливість, підвищене потовиділення, тахікардію, головокружіння, посилену спрагу.	Не відчуваю таких симптомів – 0 б.	Відчуваю деякі з них (1-2) – 1 б.	Відчуваю більшість з них (3-4) – 2 б.	Відчуваю всі симптоми – 3 б.
6.	При підвищенні температури навколишнього середовища відмічаю важкість концентрації уваги, знижену працездатність, відчуття страху, підвищену дратівливість, різкі зміни настрою?	Не відчуваю таких симптомів – 0 б.	Відчуваю деякі з них (1-2) – 1 б.	Відчуваю більшість з них (3-4) – 2 б.	Відчуваю всі перераховані симптоми – 3 б.
7.	Чи відмічалися у Вас теплові удари?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.	
8.	Чи є у вас соматичні захворювання (серцево-судинної, дихальної, ендокринної систем)?	Так (вказати які?) – 1 б.		Ні – 0 б.	
9.	Чи приймаєте Ви, на даний момент, якісь із перелічених лікарських засобів (гормональні препарати, антидепресанти, симпатоміметики, антигіпертензивні препарати)?	Так – 1 б.		Ні – 0 б.	
10.	Чи характерними для Вас є такі симптоми, як бліда суха шкіра, мерзлякуватість, неприємні відчуття в ділянці серця, затримка сечі і стільця, часті тремтіння, відчуття страху, поганий сон?	Не відчуваю таких симптомів – 0 б.	Відчуваю деякі з них (1-3) – 1 б.		Відчуваю більшість з них (4-7) – 2 б.

У результаті проведення вищевказаної комплексної методики визначення теплочутливості, із 150 осіб, які приймали участь в обстеженні, 94 віднесли до групи з нижчою чутливістю до тепла, а 56 – із вищою.

Дані про кількість виконаних обстежень наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Проведені дослідження обстежуваним із вищою та нижчою теплочутливістю

Вид обстеження	Група осіб із нижчою теплочутливістю	Група осіб із вищою теплочутливістю
Опитувальник «Рівні теплочутливості»	94	56
Теплова проба	94	56
Електронейроміографія	25	25
Математичний аналіз варіабельності серцевого ритму	94	56
Тетраполярна трансторакальна реографія (за методикою Kubichek W.)	35	35
Ехокардіографія	35	35
Реовазографія верхніх кінцівок	40	40
Визначення індексу Робінсона	50	50
Визначення індексу Руф'є	35	35
Проба Штанге	35	35
Проба Генчі	35	35
Визначення МСК	30	30
Визначення кардіореспіраторної працездатності	35	35
Визначення адаптаційного потенціалу	40	40
Визначення показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес	40	40
Оцінка функціонального стану серцево-судинної системи осіб із вищою теплочутливістю після вживання рослинного адаптогену «Вікторін»	-	14

### 2.3 Визначення швидкості проведення збудження по нервовому волокну

Визначення швидкості проведення збудження по n. medianus (змішаний нерв) проводили за допомогою електронейрографічного комплексу «M-TEST NEURO», ортодромної методики реєстрації. Активний електрод накладався на рівні зап'ястя, на 1-3 см проксимальніше лінії суглоба, а референтний – на 3-4 см проксимальніше активного електрода по ходу нерва. Стимулювалися дистальні відділи нерва (середній палець) (рис. 2.1).

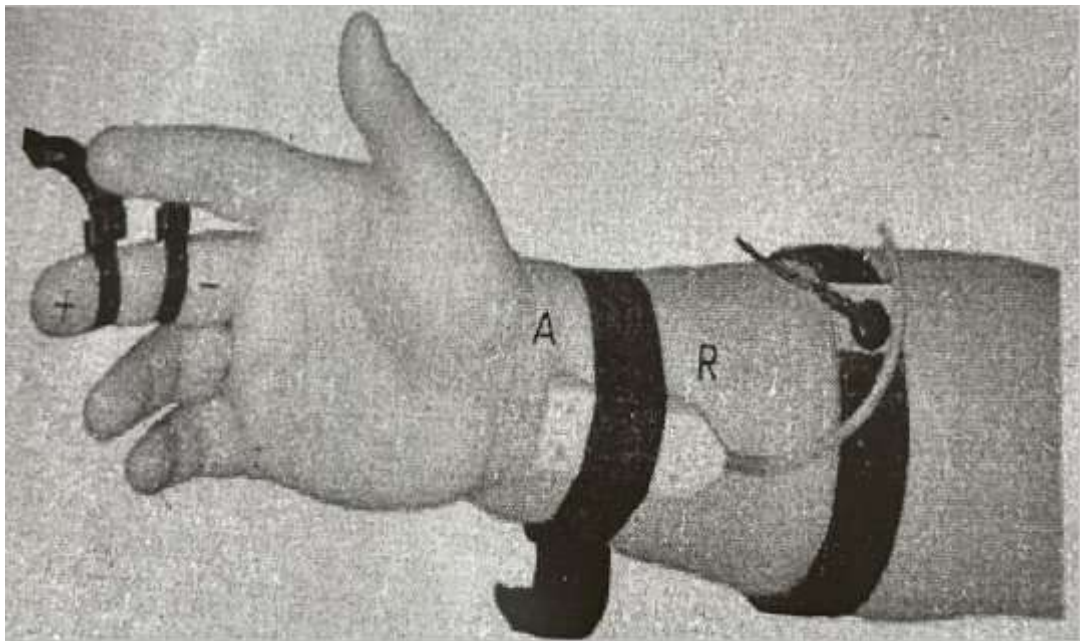


Рисунок 2.1 – Схема накладання електродів при дослідженні серединного нерва за допомогою ортодромної методики

Електронейрографія проводилася до та після впливу теплового фактора з допомогою грілок, температура яких була 45 °С. Швидкість проведення збудження по n. medianus в нормі повинна становити не менше 50 м/с [209].

## 2.4 Оцінка стану автономної регуляції в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю

Аналіз варіабельності серцевого ритму, для оцінки стану автономної нервової системи у осіб із різною теплочутливістю, проводили за допомогою приладу «Полі-Спектр-8E/8B» та комп'ютерного програмного комплексу «Полі-Спектр» (Харків, Україна), застосовувався статистичний, спектральний методи і кардіоінтервалографію за Р.М. Баєвським (2002). Дослідження проводили протягом 5 хв, двічі, до та після теплової проби (авторське свідоцтво №119974 від 22 червня 2023 р.). Попередньо на електроди наносилася електролітична паста, після чого реєстрували електрокардіограму в II стандартному відведенні зі швидкістю руху стрічки 50 мм/с.

При обробці результатів спектрального аналізу серцевого ритму та кардіоінтервалографії за методикою Р.М. Баєвського враховувалися такі показники:

- R-R min, мс – найменша тривалість інтервалів R-R під час запису ритмограми; відображає активність симпатичного відділу автономної нервової системи;
- R-R max, мс – найбільша тривалість інтервалів R-R під час запису ритмограми; відображає активність парасимпатичного відділу автономної нервової системи;
- RRNN, мс (the average duration of RR intervals) – корелює з ЧСС, відображає рівень функціонування серцево-судинної системи як сумарний ефект регуляції, показує баланс парасимпатичних і симпатичних впливів, при переважанні центральної регуляції спостерігається його зниження, а парасимпатичної – підвищення;
- SDNN, мс (standard deviation of the NN interval)– також показує сумарний ефект вегетативної регуляції, показник відновлення



функціональних резервів, є нижчим при переважанні симпатичного відділу вегетативної нервової системи, а підвищеним – парасимпатичного;

- TP (total power),  $\text{с}^2/\text{Гц}$  – загальна потужність спектру, відображає абсолютний рівень активності регуляторних систем;
- HF (high frequency),  $\text{мс}^2$  – коливання високої частоти ритму серця (0,15 – 0,4 Гц); відображають активність парасимпатичного відділу автономної нервової системи, реалізуються через блукаючий нерв;
- LF (low frequency),  $\text{мс}^2$  – коливання низької частоти ритму серця (0,04 – 0,15 Гц); відображають активність симпатичного відділу автономної нервової системи, реалізуються свій вплив в основному за рахунок імпульсів від верхнього грудного симпатичного ганглія;
- VLF (very low frequency),  $\text{мс}^2$  – коливання дуже низької частоти ритму серця (0,04 – 0,0033 Гц); відображають активність центральних ерготропних і гуморально-метаболических механізмів регуляції серцевого ритму;
- LF/HF – коефіцієнт автономного балансу – співвідношення потужності хвиль низької частоти і високої частоти. Підвищення цього показника спостерігається при переважанні симпатичних впливів, зниження – парасимпатичних;
- HF, % – потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань. Характеризує активність парасимпатичного відділу автономної нервової системи;
- LF, % – відносне значення потужності хвиль низької частоти у %, відображає активність симпатичного відділу автономної нервової системи;
- VLF, % – відносне значення потужності хвиль дуже низької частоти у %, показує активність гуморально-метаболических і центральних ерготропних механізмів регуляції серцевого ритму, деякі автори вважають ці хвилі відображенням симпатичних впливів. Корелюють зі стресом, фізичним навантаженням.

- Мо (мода), с – діапазон значень кардіоінтервалів, які найчастіше зустрічаються, відображає гуморальний рівень регуляції автономної нервової системи;
- АМо (амплітуда моди), % – число R-R інтервалів, які відповідають діапазону моди, відображає активність симпатичної ланки регуляції;
- ВР (варіаційний розмах), с – різниця між максимальною і мінімальною тривалістю інтервалів R-R, критерій максимальної амплітуди регуляторних впливів автономної нервової системи, відображає активність парасимпатичної ланки автономної нервової системи;
- ІН (індекс напруження), ум. од. – амплітуда моди/(2 × моди × варіаційний розмах) – вказує на ступінь централізації управління серцевим ритмом, характеризує ступінь напруження компенсаторно-адаптаційних механізмів організму, рівень переважання активності центральних механізмів регуляції над автономними.

На основі отриманих результатів варіабельності серцевого ритму в обстежуваних встановлювали клас ритмограм за методикою Березного Є.А. та Рубіна А.М. [3]. Виділяють 4 класи ритмограм:

- 1 клас: встановлюється тоді, коли добре виражені HF-, LF- та VLF-хвилі, у регуляції діяльності серця домінує парасимпатичний відділ автономної нервової системи, достатні функціональні резервні можливості;
- 2 клас: переважає вплив на діяльність серця LF-хвиль, тобто більший тонус симпатичної нервової системи;
- 3 клас: у регуляції ритму серця домінують VLF-хвилі, а HF- і LF-хвилі мають низьку потужність, що може свідчити про перехід від автономного рівня регуляції до гуморально-метаболичного;
- 4 клас: характеризується відсутністю хвиль та стабільністю ритму, що свідчить про виснаження адаптаційних можливостей та низький рівень функціональних резервів.

## 2.5 Встановлення функціонального стану серцево-судинної системи в осіб із різною чутливістю до тепла

### 2.5.1 Тетраполярна трансторакальна реографія

Для оцінки центральної гемодинаміки проводили тетраполярну трансторакальну реографію (за методикою Kubicek W.) [224] за допомогою комп'ютерного комплексу «Реоком» («НТЦ ХАИ-Медика», Харків, Україна) до та після теплової проби (авторське свідоцтво №119974 від 22 червня 2023 р.). Запис проводився у сидячому положенні. Обстежуваним накладали на грудну клітку на рівні мечоподібного відростка грудини та шию (ближче до ключиць) стрічкоподібні спарені електроди, шкіру на цих місцях попередньо знежирували 70 % етиловим спиртом (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Реєстрація грудної реографії аспіранткою Гук В.О. у лабораторії психофізіологічних досліджень кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (Свідоцтво № 003/18)

Відстань між цими електродами вимірювали за допомогою сантиметрової стрічки і вносили у комп'ютерну програму. На кардіографічні електроди наносили електролітичну пасту і встановлювали на кінцівки стандартним способом [65]. Перед початком дослідження також аускультативно визначали значення систолічного і діастолічного артеріального тиску (САТ, ДАТ, мм рт. ст.).

Для аналізу використовували записи реограм тривалістю 25 с з подальшим автоматичним усередненням усіх періодів коливань.

Оцінювали такі показники центральної гемодинаміки, які автоматично розраховувалися комп'ютерною програмою:

- частота серцевих скорочень (ЧСС, уд./хв);
- ударний об'єм крові (УО, мл);
- хвилинний об'єм крові (ХОК, л/хв);
- ударний індекс (УІ, мл/м<sup>2</sup>);
- серцевий індекс (СІ, л/(хв·м<sup>2</sup>));
- загальний периферичний опір (ЗПО, дин·с/см<sup>-5</sup>);
- питомий периферичний опір (ППО, дин·с/см<sup>-5</sup>);
- робота лівого шлуночка (РЛШ, кг·м);
- індекс роботи лівого шлуночка (ІРЛШ, кг·м/м<sup>2</sup>);
- потужність лівого шлуночка (ПЛШ, Вт).

Згідно з отриманими даними також проводилося встановлення типу кровообігу за співвідношенням СІ і ЗПО. При цьому виділяють три типи кровообігу: еу- (СІ і ЗПО в межах норми), гіпер- (СІ > і ЗПО < норми) і гіпокінетичний (СІ < і ЗПО > норми) [49].

### 2.5.2 Ехокардіографія

З метою точної оцінки стану центральної гемодинаміки, діяльність серця також вивчали ехокардіографічним методом обстеження за допомогою приладу EnVisor M2540A (Philips, США) у М- та В-режимі. Обстеження проводилося у лежачому положенні обстежуваного, для кращого

проходження електричних імпульсів на ліву половину грудної клітки в місці розміщення датчика наносився спеціальний гель.

Перед початком дослідження у всіх обстежуваних вимірювали зріст і масу та на основі цих даних визначали площу поверхні тіла ( $P$ ,  $m^2$ ) за формулою Маттара [249]. Також попередньо встановлювали частоту серцевих скорочень (ЧСС, уд./хв) пальпаторним методом і систолічний (САТ, мм рт. ст.) та діастолічний (ДАТ, мм рт. ст.) артеріальний тиск аускультативним методом.

Використовуючи ці результати, за загальноприйнятими формулами проводили розрахунок пульсового (ПТ, мм рт. ст.) та середньодинамічного артеріального тиску (СДТ, мм рт. ст.), які враховували в процесі визначення периферичного опору [205]:

$$ПТ, \text{ мм рт.ст.} = САТ - ДАТ, \quad (2.1)$$

де САТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;

ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.

$$СДТ, \text{ мм рт. ст.} = ДАТ + (ПТ : 3), \quad (2.2)$$

де ДАТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт.ст.;

ПТ – пульсовий тиск, мм рт.ст.

Ехокардіографічно вимірювали кінцево-систолічний (КСР, см) і кінцево-діастолічний (КДР, см) розміри лівого шлуночка від ендокардіальної поверхні міжшлуночкової перегородки до ендокардіальної поверхні задньої стінки, після чого за формулами визначати кінцево-систолічний (КСО, мл) і кінцево-діастолічний об'єми (КДО, мл):

$$КСО, \text{ мл} = [(7 : (2,4 + КСР))] \cdot КСР^3, \quad (2.3)$$

$$КДО, \text{ мл} = [(7 : (2,4 + КДР))] \cdot КДР^3 \quad (2.4)$$

Використовуючи отримані результати, за загальноприйнятими формулами розраховували кінцево-систолічний індекс (КСІ,  $мл/м^2$ ), кінцево-діастолічний індекс (КДІ,  $мл/м^2$ ), ударний об'єм (УО, мл), хвилинний об'єм

крові (ХОК, л/хв), ударний індекс (УІ, мл/м<sup>2</sup>), серцевий індекс (СІ, л/(хв·м<sup>2</sup>), фракцію викиду лівого шлуночка (ФВ, %), загальний периферичний опір (ЗПО, дин·с·см<sup>-5</sup>) [47]:

$$КСІ, \text{ мл/м}^2 = КСО/П, \quad (2.5)$$

$$КДІ, \text{ мл/м}^2 = КДО/П, \quad (2.6)$$

$$УО, \text{ мл} = КДО - КСО, \quad (2.7)$$

$$ХОК, \text{ л/хв} = УО \cdot ЧСС, \quad (2.8)$$

$$УІ, \text{ мл/м}^2 = УО/П, \quad (2.9)$$

$$СІ, \text{ л/(хв} \cdot \text{м}^2) = ХОК/П, \quad (2.10)$$

$$\text{ФВ, \%} = (УО : КДО) \cdot 100 \%, \quad (2.11)$$

$$\text{ЗПО, дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5} = (\text{СДТ} \cdot 60 \cdot 1,333) : \text{ХОК} \quad (2.12)$$

### 2.5.3 Реовазографія кистей

Периферійну гемодинаміку на верхніх кінцівках оцінювали методом реовазографії за допомогою комп'ютерного комплексу «Реоком» («НТЦ ХАИ-Медика», Харків, Україна) до та після теплової проби (авторське свідоцтво №119974 від 22 червня 2023 р.). На попередньо знежирену 70 % розчином етилового спирту шкіру правої та лівої кистей накладали стрічкоподібні, спарені електроди, у верхній та середній третині (рис. 2.3). На кардіографічні електроди наносили електролітичну пасту і встановлювали на кінцівки стандартним способом. За допомогою сантиметрової стрічки вимірювали відстань між електродами і вносили ці дані у комп'ютерну програму. Тривалість запису реограми – 25 с [65].

Оцінювали такі показники периферійної гемодинаміки:

- амплітуда систолічної хвилі (Ом);
- амплітуда діастолічної хвилі (Ом);
- максимальна швидкість кровонаповнення (Ом/с);

- час швидкого кровонаповнення (с);
- час повільного кровонаповнення (с);
- середня швидкість повільного кровонаповнення, Ом/с;
- тонус великих артерій, ум. од.;
- тонус середніх і дрібних артерій, ум. од.



Рисунок 2.3 – Схема розміщення електродів на кисті при проведенні реовазографії

Аналіз параметрів реовазограми проводили за часовими, амплітудними та інтегральними показниками.

#### 2.5.4 Визначення індексу Робінсона

Для оцінки резервних можливостей серця та економічності його діяльності в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю проводили визначення індексу Робінсона (IP) [1] за формулою:

$$IP, \text{ ум. од.} = (САТ \cdot ЧСС) / 100, \quad (2.13)$$

де САТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт.ст,

ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв.

Оцінку отриманих результатів ІР проводили згідно із загальноприйнятими нормами [379]:

- високий рівень функціонального резерву серця –  $IP < 74$  ум. од.;
- вищий за середній –  $80 - 75$  ум. од.;
- середній –  $90 - 81$  ум. од.;
- нижчий за середній –  $91 - 100$  ум. од.;
- низький –  $>101$  ум. од.

### 2.5.5 Оцінка індексу Руф'є

Рівень функціонально-резервних можливостей серцево-судинної системи здорових осіб із різною теплочутливістю в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища також досліджували за допомогою проби Руф'є [86].

Індекс Руф'є (ІР) розраховувався по формулі:

$$\frac{4 \times (ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3) - 200}{10}, \quad (2.14)$$

де  $ЧСС_1$  – частота серцевих скорочень у спокої за 15 с до присідання;

$ЧСС_2$  – частота серцевих скорочень перших 15 с 1-ої хвилини відновлення після присідання;

$ЧСС_3$  – частота серцевих скорочень останніх 15 с першої хвилини відновлення після присідання.

Одержаний індекс Руф'є оцінювався як:

- $0,1-5$  – добрий;
- $5,1-10$  – середній;
- $10,1-15$  – задовільний;
- $15,1-20$  – поганий.

### 2.5.6 Проби Штанге та Генчі

Оскільки одним із негативних наслідків глобального потепління є



зниженням вмісту кисню в повітрі [328], оцінювали стійкість осіб із різною теплочутливістю до гіпоксії, функцію кардіореспіраторної системи та рівень кисневого забезпечення організму в них, за допомогою проб Штанге та Генчі [86].

Проба Штанге проводилась в положенні сидячи. Обстежуваним пропонувалось зробити глибокий вдих і затримати дихання якомога довше, при цьому стискаючи ніс пальцями. Час затримки дихання зафіксували секундоміром. У здорових, але нетренованих осіб, нормальний показник проби Штанге коливається у межах 40-60 с у чоловіків і 30-40 с у жінок.

Проба Генчі проводилась у положенні лежачи. Особи із вищою та нижчою теплочутливістю, зробивши звичайний спокійний видих, затримували дихання. Час відсутності дихальних рухів реєстрували секундоміром і оцінювали отриманий результат. В нормі показник проби Генчі 25-40 с у чоловіків і 15-30 с – у жінок.

#### 2.5.7 Встановлення максимального споживання кисню

Для оцінки засвоєння кисню організмом осіб із різною теплочутливістю, і, відповідно, ступеня аеробної продуктивності та функціональних можливостей серцево-судинної системи проводили визначення максимального споживання кисню (МСК, мл/(кг·хв)). Розрахунок МСК проводили за методом Астранда [112]. Попередньо вимірювали масу тіла досліджуваного. Після цього обстежуваний виконував дозоване субмаксимальне навантаження за допомогою сходження на сходинку висотою 40 см для чоловіків та 33 см для жінок протягом 5 хв. Частота сходження – один рух на один удар метронома, який налаштований на 90 уд./хв. На останніх секундах 5-ої хвилини в учасника експерименту визначалася частота серцевих скорочень (ЧСС, уд./хв). Визначення максимального споживання кисню проводилося за номограмою Астранда, враховуючи стать обстежуваних (рис. 2.4). Оцінювали відносне значення

МСК, розділивши його абсолютне значення на масу тіла в кілограмах (мл/(кг·хв)).

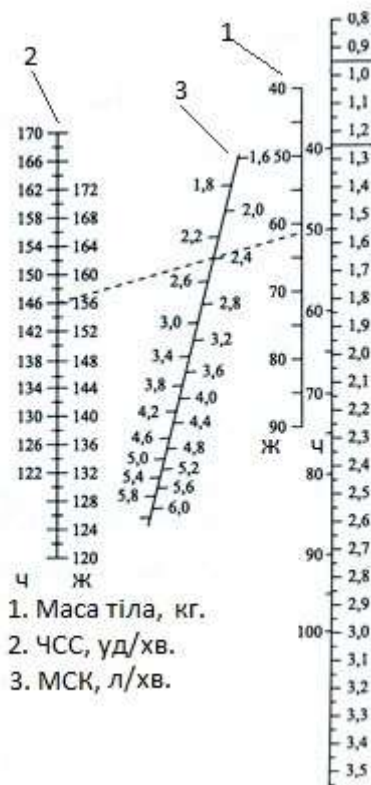


Рисунок 2.4 – Номограма Астранда для визначення рівня максимального споживання кисню

Оцінку отриманих результатів проводили згідно з критеріями Апанасенка Г. Л. [1]. Він встановив, що існує «безпечний рівень здоров'я» – це такий поріг аеробного енергопотенціалу, нижче якого виникають порушення функціонування організму людини. Для чоловіків він характеризується відносною величиною максимального споживання кисню не нижче, ніж 42 мл/(кг·хв), а для жінок – не нижче, ніж 35 мл/(кг·хв).

### 2.5.8 Визначення кардіореспіраторної працездатності

Показник кардіореспіраторної працездатності ( $VO_2 \max$ , мл/(кг·хв)) визначали за допомогою отриманих нами результатів тесту Руф'є, враховуючи стать, вік, вагу та зріст [101, 180], за формулою:

$$VO_2 \max = 3,0143 + 1,1585 \cdot S - 0,0268 \cdot (P1/H) + 118,7611 \cdot [(P2 - P3)/A^3], \quad (2.15)$$

де S – стать (жіноча кодується як 0, чоловіча – 1);

H – зріст, м;

A – вік, роки;

P1, P2, P3 – отримані ЧСС1, ЧСС2, ЧСС3 відповідно під час проведення проби Руф'є.

Отримані результати оцінювали згідно з нормативними даними [180]:

1) для жінок: <36 мл/(кг·хв) – поганий показник, 36 – 39 мл/(кг·хв) – задовільний, 40 – 43 мл/(кг·хв) – добрий, 44 – 49 мл/(кг·хв) – відмінний, >49 мл/(кг·хв) – найкращий результат;

2) для чоловіків: <42 мл/(кг·хв) – поганий показник, 42 – 45 мл/(кг·хв) – задовільний, 46 – 50 мл/(кг·хв) – добрий, 51 – 55 мл/(кг·хв) – відмінний, >55 мл/(кг·хв) – найкращий результат.

### 2.5.9 Оцінка адаптаційного потенціалу організму здорових молодих осіб

Адаптаційний потенціал [8] осіб із різною чутливістю до тепла визначали за формулою:

$$\begin{aligned} \text{АП, ум.од.} = & 0,011\text{ЧСС} + 0,014\text{САТ} + 0,008\text{ДАТ} + 0,0014\text{W} \\ & + 0,0009\text{P} - 0,0009\text{L} - 0,273, \end{aligned} \quad (2.16)$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень у спокої (уд./хв);

САТ – систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.);

ДАТ – діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.);

W – вік (роки);

P – маса тіла (кг);

L – довжина тіла (см).

Одержані результати оцінювали, використовуючи нижченаведену шкалу (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Загальна оцінка адаптаційних можливостей

Бали	Стан адаптації
≤ 2,1 ум. од.	Задовільна адаптація
2,11-3,2 ум. од.	Напруження механізмів адаптації
3,21-4,3 ум. од.	Незадовільна адаптація
≥ 4,31 ум. од.	Зрив механізмів адаптації

2.5.10 Встановлення показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес

Стресостійкість системи кровообігу оцінювали за допомогою визначення показника реакції серцево-судинної системи (ПРС) на психоемоційний стрес [10]. ПРС розраховували за формулою:

$$\text{ПРС, ум. од.} = \text{ЧСС1} / \text{ЧСС2}, \quad (2.17)$$

де ЧСС1 – частота серцевих скорочень в умовах відносного спокою, уд./хв за 10 с;

ЧСС2 – частота серцевих скорочень після штучно створеного психоемоційного стресу, уд./хв за 10 с.

Штучно створений психоемоційний стрес досягався тоді, коли обстежуваному пропонувалося вголос максимально швидко і правильно віднімати по цілому непарному числу з цілого непарного числа упродовж 30 секунд (наприклад, 7 з 243).

Величина ПРС > 1,3 ум. од. свідчить про низький ступінь стресостійкості серцево-судинної системи до зовнішніх впливів різного характеру.

2.6 Застосування рослинного адаптогену в осіб із вищою теплочутливістю

Для дослідження покращення переносимості та стійкості до підвищення температури повітря в умовах глобального потепління особам із

вищою теплочутливістю пропонувалось вживати адаптогени рослинного походження. У обстеженні взяли участь 14 студентів віком 17-20 років із групи з вищою чутливістю до температури, які дали інформовану добровільну згоду на проведення такого дослідження. Усі обстежувані вживали щоденно в першій половині дня протягом 30 днів по 1 капсулі рослинного препарату «Вікторін». Цей засіб відноситься до адаптогенів рослинного походження, який містить у своєму складі родіоли рожевої корінь сухий мелений та женьшеню корінь сухий мелений [323]. Оцінка суб'єктивних змін загального стану, самопочуття та функціонального стану серцево-судинної системи проводилася в 1-ий, 15-ий і 30-й день дослідження.

Функціональний стан системи кровообігу оцінювали за допомогою нижченаведених проб:

1. Резервні можливості серця та економність його діяльності визначали за індексом Робінсона [1].

2. Стресостійкість оцінювали шляхом визначення показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес (ПРС) [10].

3. Для встановлення тону автономної нервової системи, який регулює життєдіяльність та функції організму в цілому, в тому числі і системи кровообігу, визначали індекс Кердо (ІК) [217] за формулою:

$$ІК = (1 - (ДАТ - ЧСС)) \times 100 \%, \quad (2.18)$$

де ДАТ – показник діастолічного артеріального тиску, мм рт. ст.;

ЧСС – частота серцевих скорочень, уд./хв.

Показник, близький до 0, свідчить про автономну рівновагу, відхилення ж індексу в бік його позитивного значення свідчить про підвищення тону симпатичної нервової системи, у бік негативного – парасимпатичної.

4. Адаптаційний потенціал осіб із різною чутливістю до тепла визначався згідно із загальноприйнятою методикою [8].

## 2.7 Статистична обробка отриманих результатів

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою програм «Microsoft Excel» та «Statistica 12», використовуючи загальноприйняті методи біомедичної статистики. Визначали середнє арифметичне значення для кожного показника (M) та стандартну похибку середньої величини ( $\pm m$ ).

Перевірку результатів дослідження на відповідність закону нормального розподілу проводили за допомогою критерію Шапіро-Уїлка.

За умови нормального розподілу даних достовірність відмінностей двох вибірок перевіряли за допомогою параметричної статистики (t-критерій Стьюдента), а при невідповідності вимог нормального розподілу - за допомогою непараметричної статистики (рангового критерію Манна-Уїтні). Значущою вважали похибку меншу, ніж 5 % ( $p < 0,05$ ).

З допомогою багатофакторного регресійного аналізу будували математичну модель прогнозування рівня теплочутливості. Для перевірки якості прогностичної моделі використовували критерій Нейджелкерка ( $R^2$ ), а для оцінки прийнятності моделі – аналіз ANOVA.

### РОЗДІЛ 3

## ВСТАНОВЛЕННЯ РІВНІВ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ У ЗДОРОВИХ МОЛОДИХ ОСІБ ТА СТАН АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ У НИХ

Аналізуючи дані, отримані за допомогою опитувальника «Рівні теплочутливості» (авторське свідоцтво № 115529 від 01.11.2022 р.), встановлено, що 56 обстежуваних (37,3 %) в сумі отримали від 7 до 16 балів, що свідчить про вищу теплочутливість, а 94 особи (62,7 %) – від 0 до 6 балів, що вказує на нижчу чутливість до тепла.

Серед тих, у кого виявлена вища теплочутливість, 78 % обстежуваних надавали перевагу температурі у приміщенні та навколишньому середовищі менше 20 °С, тоді як 84,2 % тих, хто мав нижчу чутливість до тепла, комфортно почували себе при кімнатній температурі більше 20 °С і температурі навколишнього середовища 20-25 °С.

Серед загальних симптомів, вказаних у запитанні № 5, обстежувані з вищою теплочутливістю, у спекотні дні, повідомили про переважання таких проявів як: сладкість, сонливість, важкість концентрації уваги, тахікардію, знижену працездатність, порівняно з особами з нижчою чутливістю до тепла.

Після проведення опитування усім обстежуваним була проведена теплова проба (авторське свідоцтво № 119974 від 22 червня 2023 р.). Середнє значення частоти пульсу у вихідному стані в осіб із вищою теплочутливістю дорівнювало ( $79,46 \pm 0,73$ ) уд./хв, а артеріального тиску: систолічного – ( $120,53 \pm 0,96$ ) мм рт. ст., діастолічного – ( $75,89 \pm 0,74$ ) мм рт. ст. У групі з нижчою теплочутливістю вихідне значення ЧСС становило ( $84,06 \pm 0,82$ ) уд./хв, а артеріального тиску: систолічного – ( $122,44 \pm 0,85$ ) мм рт. ст., діастолічного – ( $77,97 \pm 0,63$ ) мм рт. ст. Встановлено статистично достовірну різницю між вихідними значеннями частоти пульсу в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю ( $p < 0,05$ ).

На 2 хвилині знаходження рук у теплій воді середнє значення частоти пульсу у осіб із вищою теплочутливістю становило ( $84,72 \pm 2,02$ ) уд./хв,

артеріального тиску: систолічного ( $125,92 \pm 0,84$ ) мм рт.ст, діастолічного – ( $76,82 \pm 0,86$ ) мм рт. ст. В осіб із нижчою чутливістю до тепла середнє значення частоти пульсу на 2 хвилині було ( $77,54 \pm 1,18$ ) уд./хв (статистично достовірна різниця у порівнянні із значенням ЧСС на 2 хвилині в осіб із вищою теплочувливістю, а також порівняно із вихідним значенням частоти пульсу у групі з нижчою чутливістю до тепла,  $p < 0,05$ ), артеріального тиску: систолічний – ( $115,43 \pm 0,86$ ) мм рт. ст., діастолічний – ( $75,59 \pm 0,62$ ) мм рт. ст.

Після проведення теплової проби в осіб із вищою теплочувливістю ЧСС становила ( $82,92 \pm 4,08$ ) уд./хв, що перевищувало вихідне значення на 4,35 % ( $p < 0,05$ ), показник артеріального тиску змінився таким чином: систолічний зріс на 4,4 % (середнє значення – ( $125,89 \pm 0,92$ ) мм рт. ст.), діастолічний зріс на 1 % (середнє значення – ( $76,58 \pm 0,56$ ) мм рт. ст.).

У групі з нижчою теплочувливістю після проведення теплової проби показники пульсу становили – ( $76,87 \pm 2,28$ ) уд./хв, що було нижчим за вихідні дані на 8,5 % ( $p < 0,01$ ), а показники артеріального тиску зазнали таких змін: систолічний знизився на 5 % (середнє значення – ( $116,27 \pm 0,85$ ) мм рт. ст.), діастолічний знизився на 4 % (середнє значення ( $74,78 \pm 0,73$ ) мм рт. ст.).

Час відновлення ЧСС після проведеної теплової проби до вихідних показників складав у групі з вищою теплочувливістю в середньому 270 с, у осіб із нижчою чутливістю до тепла – 295 с.

Час відновлення артеріального тиску після проведеної проби до вихідних показників складав у групі з вищою теплочувливістю: систолічного – 363 с, діастолічного – 261 с. У групі з нижчою чутливістю до тепла показники повернулись до вихідного значення дещо швидше: систолічний – 275 с, діастолічний – 235 с (встановлена статистично достовірна різниця відновлення показника систолічного артеріального тиску у обстежуваних обох груп,  $p < 0,05$ ).

Після проведення електронеїроміографічного обстеження в осіб із вищою та нижчою теплочувливістю, встановлено, що вихідне середнє



значення швидкості поширення збудження по n. medianus в групі обстежуваних із нижчою чутливістю до тепла було  $(56,8 \pm 2,08)$  м/с, а в осіб із вищою –  $(57,8 \pm 1,7)$  м/с.

Після дії теплового фактора швидкість поширення збудження в осіб із нижчою теплочутливістю зросла на 2 м/с, а в обстежуваних із вищою – на 2,5 м/с. Достовірної різниці між цими значеннями в осіб обох груп не виявлено (рис. 3.1).

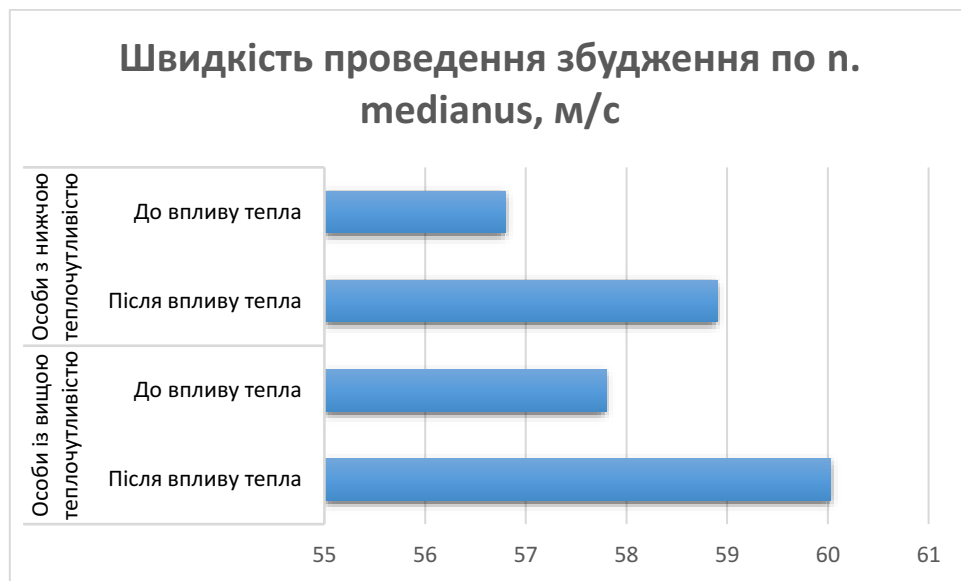


Рисунок 3.1 – Результати електронейроміографічного дослідження для встановлення швидкості проведення збудження по n. medianus в осіб із різною теплочутливістю

Таким чином, нами встановлена тенденція до переважання швидкості поширення збудження серединним нервом у обстежуваних із вищою теплочутливістю. І ця виявлена тенденція переважання проведення аферентної інформації також спостерігалася і після дії теплового фактора. Це потребує проведення додаткових досліджень задля встановлення індивідуальних особливостей у проведенні збудження, що виникає під впливом тепла.

У результаті проведення статистичного аналізу вихідних даних варіабельності серцевого ритму встановлено, що в групі з вищою теплочутливістю достовірно більший показник R-R min та менший – RRNN ( $p < 0,05$ ), порівняно з нижчою (табл. 3.1). Це свідчить про більшу активність симпатичного відділу автономної нервової системи, а також вагомий вплив центральної регуляції на серцевий ритм у осіб із вищою теплочутливістю. В обстежуваних із нижчою чутливістю до тепла у вихідному стані встановлено вищий тонус парасимпатичної нервової системи.

Таблиця 3.1 – Показники статистичного аналізу варіабельності серцевого ритму в осіб із різною теплочутливістю до та після теплової проби

Показники	Результати аналізу у осіб із нижчою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=94)		Результати аналізу у осіб із вищою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=56)	
	до проведення теплової проби	після проведення теплової проби	до проведення теплової проби	після проведення теплової проби
R-R min, мс	984,2 ± 34,2	932,4 ± 28,7*	1073,3 ± 23,8**	1104,5 ± 18,7***
R-R max, мс	588,2 ± 32,7	618,2 ± 12,4	563,7 ± 18,3	521,5 ± 21,7*,***
RRNN, мс	754,18 ± 13,26	793,49 ± 13,97*	618,57 ± 8,45**	615,53 ± 7,85***
SDNN, мс	72,63 ± 2,99	83,21 ± 3,61	59,86 ± 2,32	42,57 ± 1,85*,***

Примітка 1. \* – статистично вірогідна різниця показників до та після теплової проби у групах із нижчою та вищою теплочутливістю,  $p < 0,05$ .  
Примітка 2. \*\* – статистично вірогідна різниця показників до проведення теплової проби у осіб із вищою, порівняно із нижчою теплочутливістю,  $p < 0,05$ .  
Примітка 3. \*\*\* – статистично вірогідна різниця показників після проведення теплової проби у осіб із вищою, порівняно із нижчою теплочутливістю,  $p < 0,05$ .

Після проведення теплової проби в групі осіб із нижчою теплочутливістю знижується середнє значення R-R min та підвищується – RRNN ( $p < 0,05$ ), що вказує на зменшення активності симпатичної нервової системи та збільшення тонузу парасимпатичної. У групі з вищою теплочутливістю після теплової проби, порівняно з вихідними даними, знижується R-R max і SDNN ( $p < 0,05$ ), що свідчить про зменшення впливу парасимпатичної нервової системи та підвищення – симпатичної.

Також встановлено достовірну різницю усіх показників статистичного аналізу (R-R min, R-R max, RRNN, SDNN) після теплової проби в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно з цими ж даними в групі з нижчою ( $p < 0,05$ ).

У результаті спектрального аналізу вихідних даних варіабельності серцевого ритму, встановлено, що в осіб із вищою теплочутливістю нижчий TP, HF, HF% та вищий LF/HF, LF% ( $p < 0,05$ ) (табл. 3.2), що свідчить про меншу активність парасимпатичної нервової системи і переважання тонузу симпатичної. А в осіб із нижчою теплочутливістю у вихідному стані більший вплив на регуляцію серцевого ритму чинить парасимпатична нервова система.

Після проведення теплової проби в групі осіб із нижчою теплочутливістю достовірно збільшилися HF і зменшилися LF, що вказує посилення парасимпатикотонії і зменшення впливу симпатичної нервової системи. У групі обстежуваних із вищою чутливістю до теплового фактора після впливу тепла зросли LF та LF/HF ( $p < 0,05$ ), що свідчить про посилення активності сипатичної нервової системи.

Порівнюючи середні показники варіабельності серцевого ритму після теплової проби в осіб обох груп, встановлено, що в обстежуваних із вищою теплочутливістю достовірно нижчі TP, HF, VLF, HF% та вищі LF, LF/HF, LF% ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 3.2 – Показники спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму в осіб із різною теплочутливістю до та після теплової проби

Показники	Результати аналізу в осіб із нижчою теплочутливістю, М ± m (n=94)		Результати аналізу в осіб із вищою теплочутливістю, М ± m (n=56)	
	до проведення теплової проби	після проведення теплової проби	до проведення теплової проби	після проведення теплової проби
TP, с <sup>2</sup> /Гц	6678,79 ± 405,46	7134,58 ± 614,45	4322,18 ± 314,45**	4233,68 ± 320,47***
HF, мс <sup>2</sup>	2785,7 ± 308,7	2970 ± 405,3*	1100,8 ± 167,3**	1030,5 ± 245,8***
LF, мс <sup>2</sup>	1905,4 ± 370,2	1802,4 ± 306,3*	2494,5 ± 342,7	2683,6 ± 208,6*,***
VLF, мс <sup>2</sup>	1704,8 ± 506,3	1695,3 ± 302,1	1001,2 ± 234,5	965,3 ± 467,7***
LF/HF	0,7 ± 1,30	0,6 ± 0,98	1,53 ± 0,67**	1,89 ± 0,78*,***
HF%	43,64 ± 1,75	45,04 ± 1,65	29,36 ± 1,66**	28,36 ± 1,16***
LF%	30 ± 0,97	29,90 ± 0,87	44,36 ± 1,37**	45,89 ± 1,36***
VLF%	27,30 ± 1,31	26,78 ± 1,01	26,21 ± 1,11	26,86 ± 1,27

Примітка 1. \* – статистично вірогідна різниця показників до та після теплової проби у групах із нижчою та вищою теплочутливістю, p<0,05.  
Примітка 2. \*\* – статистично вірогідна різниця показників до проведення теплової проби у осіб із вищою, порівняно з нижчою теплочутливістю, p<0,05.  
Примітка 3. \*\*\* – статистично вірогідна різниця показників після проведення теплової проби у осіб із вищою, порівняно з нижчою теплочутливістю, p<0,05.

Аналізуючи вихідні дані кардіоінтервалографії за Р.М. Баєвським, встановлено, що в осіб із вищою теплочутливістю більший ІН, що свідчить про вищий тонус симпатичної нервової системи та напругу регуляторних систем, порівняно з обстежуваними з нижчою (p<0,05) (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Результати кардіоінтервалографії за методикою Р.М. Баєвського у обстежуваних з різною теплочутливістю до та після теплової проби

Показники	Результати аналізу в осіб із нижчою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=94)		Результати аналізу в осіб із вищою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=56)	
	до проведення теплової проби	після проведення теплової проби	до проведення теплової проби	після проведення теплової проби
Мо, с	0,75 ± 0,02	0,80 ± 0,02	0,64 ± 0,01	0,69 ± 0,01
АМо, %	37,08 ± 0,92	36,03 ± 1,02	38,16 ± 1,26	42,77 ± 1,32*,***
ВР, с	0,49 ± 0,04	0,52 ± 0,02	0,41 ± 0,02	0,39 ± 0,01***
ІН, ум. од.	73,83 ± 8,78	58,50 ± 8,22*	82,12 ± 4,43**	101,96 ± 12,11*,***
Примітка 1. * – статистично вірогідна різниця показників до та після теплової проби у групах із нижчою та вищою теплочутливістю, $p < 0,05$ . Примітка 2. ** – статистично вірогідна різниця показників до проведення теплової проби у осіб із вищою, порівняно з нижчою теплочутливістю, $p < 0,05$ . Примітка 3. *** – статистично вірогідна різниця показників після проведення теплової проби у осіб із вищою, порівняно з нижчою теплочутливістю, $p < 0,05$ .				

Після проведення теплової проби в групі осіб із нижчою теплочутливістю зменшився ІН ( $p < 0,05$ ), що вказує на зменшення активності симпатичної нервової системи та зсув регуляції у бік більшого тону парасимпатичної. А в обстежуваних із вищою чутливістю до теплового фактора після впливу тепла зросли АМо та ІН ( $p < 0,05$ ), що свідчить про перевагу симпатикотонії, напруження механізмів регуляції діяльності організму та активування його функціональних резервів.

Порівнюючи середні показники кардіоінтервалографії за методикою Р.М. Баєвського після теплової проби в осіб обох груп, встановлено, що в осіб із вищою теплочутливістю достовірно нижчий ВР та вищі АМо та ІН ( $p < 0,05$ ).

На основі отриманих даних спектрального аналізу серцевого ритму було встановлено класи ритмограм серед обстежуваних із вищою та нижчою теплочутливістю за методикою Березного Є.А. та Рубіна А.М. [3].

У групі обстежуваних із вищою теплочутливістю у вихідному стані у переважній більшості осіб (62,5 %) встановлено 2 клас ритмограм, що свідчить про переважання впливу на діяльність серця LF-хвиль, тобто більший тонус симпатичної нервової системи. У 21,4 % – 1 клас ритмограм, тобто добре виражені HF-, LF- та VLF-хвилі, у регуляції діяльності серця домінує парасимпатичний відділ автономної нервової системи. У 10,7 % – 3 клас ритмограм, що свідчить про перехід від автономного рівня регуляції до гуморально-метаболичного. У решти обстежуваних (5,4 %) – 4 клас ритмограм, що вказує на виснаження адаптаційних можливостей та низький рівень функціональних резервів.

Після короткочасного теплового впливу у цій групі обстежуваних у 67,8 % осіб встановлено 2 клас ритмограм, у 17,8 % – 1 клас, у 7,2 % – 3 клас, і у решти (7,2 %) – 4 клас. Тобто бачимо, що вплив тепла у групі осіб із вищою теплочутливістю сприяв збільшенню кількості осіб, віднесених до 2 класу, зменшенню кількості обстежуваних з 1 класом, дещо нижчій чисельності людей 3 класу і дещо вищій – 4 класу.

У групі осіб із нижчою теплочутливістю 4 класу ритмограм не встановлено у жодного обстежуваного. У більшості осіб (65 %) виявлено 1 клас ритмограм, тобто переважає активність парасимпатичної нервової системи. У 30 % встановлено 2 клас, тобто вищий тонус симпатичної нервової системи. І у решти (5 %) – 3 клас, тобто автономний рівень регуляції змістився в бік гуморально-метаболичного.

Після короткочасного теплового впливу в цій групі обстежуваних дещо збільшилася чисельність обстежуваних із 1 класом (65 %), проте незначно зменшилася кількість осіб із 2 класом ритмограм (25 %), а кількість людей із 3 класом не змінилася, а також не виявлено жодного обстежуваного із 4 класом.

Таким чином, підсумовуючи отримані результати, встановлено:

1. На основі аналізу даних опитувальника «Рівні теплочутливості» встановлено, що із 150 обстежуваних – 56 осіб із вищою теплочутливістю (37,3 %) і 94 з нижчою (62,7 %).

2. Після проведення теплової проби у осіб із підвищеною теплочутливістю виявлено підвищення середніх значень частоти пульсу та рівня артеріального тиску. У групі осіб із нижчою чутливістю до тепла частота пульсу та артеріальний тиск після теплової проби знижувалися або майже не змінювалися.

3. У осіб із вищою теплочутливістю спостерігається тенденція до переважання швидкості поширення збудження серединним нервом, яка зберігається і після дії теплового фактора. Це потребує проведення додаткових досліджень задля встановлення індивідуальних особливостей у проведенні збудження, що виникає під впливом тепла.

4. У групі обстежуваних із нижчою теплочутливістю, у вихідному стані, переважає вплив на регуляцію діяльності серця, та й організму в цілому, парасимпатичної нервової системи, що вказує на високий ступінь функціональних резервних можливостей у них та достатній адаптаційний потенціал [330].

5. Після короткочасного теплового впливу в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора не виявлено напруження регуляторних систем, встановлено посилення тону парасимпатичної нервової системи та дещо меншу активність симпатичної, що вказує на достатню стресостійкість. Це притаманно для здорових осіб і свідчить про хорошу здатність організму реагувати на зовнішні впливи [310].

6. У групі осіб із вищою чутливістю до теплового фактора у вихідному стані виявлено переважання активності симпатичної нервової системи, напруження регуляторних систем, недостатній рівень функціональних резервних можливостей [3].

7. Короткочасний тепловий вплив спричинив стресову реакцію в організмі осіб із вищою теплочутливістю, викликавши посилення тону симпатичної нервової системи, активізацію функціонального резервного потенціалу, в результаті чого ці особи є дезадаптованими в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища та мають більший ризик розвитку захворюваності та смертності [317].

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, відображені у наукових працях автора [14, 20, 21, 22, 30, 319].



## РОЗДІЛ 4

### ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ ІЗ РІЗНОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ

#### 4.1 Оцінка центральної гемодинаміки

У вихідному стані в обстежуваних із вищою теплочутливістю, порівняно із особами з нижчою теплочутливістю, переважають значення таких показників центральної гемодинаміки, як: ЧСС ( $p < 0,05$ ), ХОК ( $p < 0,05$ ), УІ ( $p < 0,05$ ), СІ ( $p < 0,05$ ), РЛШ ( $p < 0,05$ ), але показники ЗПО і ППО – нижчі ( $p < 0,05$ ). Тобто в групі осіб із вищою чутливістю до тепла діяльність серця є інтенсивнішою (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Показники центральної гемодинаміки в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю до та після короткочасного теплового впливу

Показники центральної гемодинаміки, М ± м	Вища теплочутливість (n=56)		Нижча теплочутливість (n=94)	
	до теплового впливу	після теплового впливу	до теплового впливу	після теплового впливу
1	2	3	4	5
САТ, мм рт. ст	121,4 ± 2,26	120,2 ± 3,15	122,5 ± 1,08	120,4 ± 2,06
ДАТ, мм рт. ст	82,6 ± 2,02	81,5 ± 1,05	83,5 ± 0,99	82,5 ± 2,24
ЧСС, уд./хв	91,2 ± 1,13	98,4 ± 3,26***	83,6 ± 2,08*	77,3 ± 3,62**,***
УО, мл	69,6 ± 1,67	71,2 ± 2,14	63,4 ± 0,86	60,2 ± 1,05**
ХОК, л/хв	5,75 ± 0,14	5,94 ± 1,05	4,88 ± 0,12*	4,75 ± 0,62**
УІ, мл/м <sup>2</sup>	42,8 ± 1,04	44 ± 2,24	36,3 ± 0,89*	34,2 ± 1,12**
СІ, л/(хв·м <sup>2</sup> )	3,35 ± 0,08	3,98 ± 1,52	2,91 ± 0,08*	2,65 ± 0,43**
ЗПО, дин·с/см <sup>-5</sup>	1124,5 ± 60,2	1108,6 ± 50,8	1490,2 ± 56,4*	1502,4 ± 42,4**

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
ППО, дин·с/см <sup>-5</sup>	1843,5 ± 45,7	1792,5 ± 51,3	2253,6 ± 72,1*	2298,5 ± 42,1**
РЛШ, кг·м	7,02 ± 0,28	7,45 ± 0,23	6,01 ± 0,31*	5,71 ± 0,42**
ІРЛШ, кг·м/м <sup>2</sup>	4,13 ± 0,07	4,29 ± 0,15	3,53 ± 0,11	3,15 ± 0,13**
ПЛШ, Вт	3,98 ± 0,18	4,07 ± 0,11	3,24 ± 0,09	3,02 ± 0,14**
<p>Примітка 1. * – різниця достовірна при порівнянні показників центральної гемодинаміки до теплового навантаження у групі осіб із нижчою теплочутливістю із вихідними даними у групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла, p&lt;0,05.</p> <p>Примітка 2. ** – різниця достовірна при порівнянні показників центральної гемодинаміки після теплового навантаження у групі обстежуваних із нижчою теплочутливістю із групою осіб із вищою чутливістю до тепла, p&lt;0,05.</p> <p>Примітка 3. *** – різниця достовірна при порівнянні показників центральної гемодинаміки до та після теплового впливу у осіб із вищою та нижчою теплочутливістю, p&lt;0,05.</p>				

У групі обстежуваних із вищою теплочутливістю у 29 осіб, що складає 52 %, виявлено гіперкінетичний тип кровообігу, а у 27 – еукінетичний (48 %). Серед осіб із нижчою теплочутливістю у 20 % випадків був гіпокінетичний тип кровообігу, у 77 % – еукінетичний, і лише у 3 % – гіперкінетичний тип (рис. 4.1).

Таким чином, в осіб із вищою чутливістю до тепла у вихідному стані переважає гіперкінетичний тип кровообігу, для якого характерною є робота серця в найменш економному режимі, і відповідно з вузькими межами компенсаторних можливостей системи кровообігу [28]. Обумовлює це переважання впливу на діяльність серця симпатoadреналової системи.

У 20 % осіб із нижчою теплочутливістю встановлено гіпокінетичний тип кровообігу, що вказує на досить економну роботу серця і відповідно свідчить про збереження достатньої кількості ресурсів для адекватного реагування на тепловий стрес [28, 48].

Більшість у групі з нижчою теплочутливістю (77 %) становлять особи з еукінетичним типом кровообігу. Цей тип займає проміжне положення між

гіпокінетичним і гіперкінетичним типами кровообігу, і є найбільш оптимальним у гемодинамічному відношенні. Особи з еукінетичним типом мають достатні резерви серця і необхідний для підтримки нормального функціонального стану організму адаптаційний потенціал [28].



Рисунок 4.1 – Типи кровообігу у вихідному стані в обстежуваних молодого віку з різними рівнями теплочутливості

Короткочасний тепловий вплив у групі обстежуваних із вищою теплочутливістю обумовлював тенденцію до збільшення даних центральної гемодинаміки, а ЗПО та ППО незначно знижувалися. У групі осіб із нижчою теплочутливістю при цьому встановлено тенденцію до зниження усіх показників центральної гемодинаміки, а загальний і питомих периферійні опори дещо зросли (табл. 4.2). Це свідчить про те, що в обстежуваних із вищою чутливістю до тепла навіть короткочасний вплив тепла викликає посилення інтенсивності серцевої діяльності, в результаті чого очевидно можливе швидке наступлення дезадаптації, а в осіб із нижчою – зміни показників вказують на більш високу стійкість функціонування системи кровообігу і достатній адаптаційний потенціал.

Таблиця 4.2 – Показники центральної гемодинаміки в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю та різними типами кровообігу до та після короткочасного теплового впливу

Показники центральної гемодинаміки, М ± м	Вища теплочутливість (n=56)				Нижча теплочутливість (n=94)					
	Еукінетичний тип		Гіперкінетичний тип		Гіпокінетичний тип		Еукінетичний тип		Гіперкінетичний тип	
	до впливу тепла (n=27)	після впливу тепла (n=27)	до впливу тепла (n=29)	після впливу тепла (n=29)	до впливу тепла (n=19)	після впливу тепла (n=22)	до впливу тепла (n=72)	після впливу тепла (n=70)	до впливу тепла (n=3)	після впливу тепла (n=2)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
САТ, мм рт. ст	120,5 ± 1,68	121,1 ± 1,99	128,4 ± 1,99	126,2 ± 1,49	115 ± 2,88	114,3 ± 1,32	117,3 ± 0,81	115,5 ± 0,39	125,1 ± 1,22	125,6 ± 1,67
ДАТ, мм рт. ст	77,9 ± 1,43	78,4 ± 1,22	87,3 ± 2,07	85,3 ± 1,06	80 ± 4,08	79,2 ± 2,13	82,2 ± 0,83	80,4 ± 1,05	88,3 ± 1,15	87,3 ± 0,67
ЧСС, уд./хв	88,6 ± 0,98	94,6 ± 1,35*	90,8 ± 2,66	98,3 ± 2,15*	71,7 ± 2,17	68,3 ± 3,12	84,9 ± 1,55	77,5 ± 1,21*,**	91,2 ± 1,89	90,3 ± 1,23
УО, мл	62,7 ± 1,36	63,4 ± 1,29	74,4 ± 1,15	78,4 ±1,23	58,6 ± 1,28	57,2 ± 1,15	61,9 ± 0,74	58,3 ± 1,06	70,9 ± 0,65	69,3 ± 0,91
ХОК, л/хв	5,14 ± 0,07	5,54 ± 0,89	6,16 ± 0,12	6,76 ± 0,26	3,98 ± 0,13	3,57 ± 0,19	5,01 ± 0,05	4,77 ± 0,56**	5,6 ± 0,38	5,2 ± 0,45
УІ, мл/м <sup>2</sup>	38,4 ± 0,61	40,2 ± 0,91	44,2 ± 0,73	48,2 ± 0,56*	30,23 ± 0,88	29,21 ± 1,02	37,2 ± 0,64	36,6 ± 0,82	40,5 ± 2,58	40,8 ± 1,34

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
СІ, л/(хв·м <sup>2</sup> )	2,98 ± 0,06	3,21 ± 0,39*	3,85 ± 0,01	3,98 ± 0,07	2,18 ± 0,08	2,02 ± 0,67	2,97 ± 0,04	2,67 ± 0,84	3,8 ± 0,8	3,7 ± 1,5
ЗПО, дин·с/см <sup>-5</sup>	1253,2 ± 26,1	1204,3 ± 13,1	1096,7 ± 20,1	1092,5 ± 15,2	1939 ± 65,1	1989 ± 43,2	1286 ± 26,3	1295,1 ± 45,6	1143 ± 6,5	1185 ± 4,1
ППО, дин·с/см <sup>-5</sup>	1943,4 ± 28,9	1905,1 ± 52,3	1825,4 ± 42,8	1815,3 ± 34,2	2523,4 ± 61,7	2582,3 ± 40,1	1985,2 ± 21,8	2003,8 ± 34,1	1885,8 ± 51,9	1924,4 ± 42,2
РЛШ, кг·м	6,78 ± 0,22	6,95 ± 0,45	7,05 ± 0,31	7,42 ± 0,29	6,03 ± 0,27	5,81 ± 0,52	6,62 ± 0,15	6,51 ± 0,38	6,98 ± 0,46	6,87 ± 0,12
ІРЛШ, кг·м/м <sup>2</sup>	4,02 ± 0,31	4,18 ± 0,21	4,22 ± 0,12	4,45 ± 0,17	3,62 ± 0,19	3,09 ± 0,15	3,89 ± 0,32	3,55 ± 0,26	4,05 ± 0,42	3,92 ± 0,19
ПЛШ, Вт	3,68 ± 0,28	3,92 ± 0,34	3,99 ± 0,12	4,11 ± 0,23	3,32 ± 0,19	3,11 ± 0,17	3,57 ± 0,21	3,21 ± 0,18	4,01 ± 0,35	3,92 ± 0,22
Примітка 1. * – достовірна різниця при порівнянні показників центральної гемодинаміки до та після теплового впливу в обстежуваних із вищою та нижчою теплочутливістю і різними типами кровообігу, p<0,05. Примітка 2. ** – достовірна різниця при порівнянні показників центральної гемодинаміки після короткочасного теплового впливу в осіб із еукінетичним типом кровообігу та вищою і нижчою теплочутливістю, p<0,05.										

В осіб із вищою теплочутливістю та еукінетичним типом кровообігу (див. табл. 4.2) після короткочасного теплового впливу достовірно збільшилися ЧСС і СІ ( $p < 0,05$ ) і незначно збільшилися УО, УІ, ХОК, РЛШ, ІРЛШ, ПЛШ та дещо зменшилися ЗПО і ППО, проте достовірної різниці між цими показниками і вихідними даними не встановлено ( $p > 0,05$ ). Це свідчить про зростання інтенсивності у роботі серця. Ймовірно, що тривалий вплив тепла у цих осіб створить ще більш напружений режим функціонування системи кровообігу.

При порівнянні показників центральної гемодинаміки в обстежуваних із вищою теплочутливістю та гіперкінетичним типом кровообігу до та після короткочасного впливу тепла можна побачити достовірне зростання ЧСС та УІ ( $p < 0,05$ ) та тенденцію до збільшення УО, СІ, ХОК, РЛШ, ІРЛШ, ПЛШ на фоні майже не змінних периферійного та питомого опору судин. Тому можливо у цих осіб за умови тривалих теплових впливів є більша ймовірність настання зриву адаптаційних процесів.

У групі обстежуваних із нижчою теплочутливістю після теплового впливу спостерігається зростання кількості осіб із гіпокінетичним типом кровообігу до 23,4 %. Це відбулося внаслідок зміни еукінетичного типу кровообігу. Показники центральної гемодинаміки в обстежуваних із гіпокінетичним типом після короткочасного впливу тепла не зазнали суттєвих змін.

Показники центральної гемодинаміки осіб із еукінетичним типом кровообігу після короткочасного впливу тепла характеризувалися достовірним зниженням ЧСС ( $p < 0,05$ ) на фоні не значних змін інших показників центральної гемодинаміки.

У одного обстежуваного із 3, що були у вихідному стані з гіперкінетичним типом кровообігу, після короткочасного впливу тепла гемодинаміка змінилася на еукінетичний тип. Таким чином, бачимо, що в обстежуваних із групи з нижчою теплочутливістю короткочасний тепловий вплив не викликав суттєвої зміни роботи центральної гемодинаміки, вона

продовжувала стабільно функціонувати в економному режимі, тобто її діяльність характеризується значним адаптаційним потенціалом.

Якщо порівнювати показники центрального кровообігу в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю і еукінетичним типом, то можна побачити, що не зважаючи на однакові типи кровообігу у них, показники роботи серцево-судинної системи дещо відрізняються. Встановлено тенденцію до підвищення серцевого викиду та більшу напруженість роботи серцево-судинної системи в обстежуваних із вищою чутливістю до тепла, а ЗПО і ППО у них дещо нижчі. Порівнюючи реакцію на короткочасний тепловий вплив у осіб обох груп та еукінетичним типом кровообігу, бачимо, що в обстежуваних із нижчою теплочутливістю достовірно нижчі ЧСС та ХОК. Тобто система кровообігу в обстежуваних із еукінетичним типом кровообігу і вищою теплочутливістю, порівняно з нижчою, в певній мірі все ж функціонує більш напружено, в результаті чого може швидше наступити дезадаптація при тривалій дії підвищеної температури.

Результати проведеного нами ехокардіографічного обстеження представлено в таблиці 4.3. Встановлено, що в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно із нижчою, достовірно вищі значення ЧСС, УО, ХОК і нижчі ЗПО.

ЧСС – це один із показників діяльності серцево-судинної системи, а також індикатор продуктивності серця. І відповідно, що нижча ЧСС, то більша серцева працездатність [222]. Тому можна стверджувати, що в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора краща продуктивність серцево-судинної системи, порівняно з вищою. Також науковцями встановлено, що ЧСС коливається в залежності від теплового стресу [164].

УО і ХОК взаємопов'язані і показують інтенсивність роботи серця. Зі зростанням УО і ХОК більше крові викидається серцем під час систоли, а також перекачується системою кровообігу за 1 хв, і, відповідно, потужнішу і менш економну роботу виконує серцево-судинна система. Така особливість виявлена в діяльності серця осіб із вищою теплочутливістю.

Таблиця 4.3 – Ехокардіографічні показники серця в осіб з різною теплочутливістю

Показники центральної гемодинаміки, $M \pm m$	Вища теплочутливість (n=56)	Нижча теплочутливість (n=94)
Систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.	114,2 ± 2,16	112,7 ± 1,09
Діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.	75,3 ± 1,39	73,2 ± 1,18
Частота серцевих скорочень, уд./хв	84,6 ± 2,21	73,2 ± 1,25*
Кінцево-систолічний індекс, мл/м <sup>2</sup>	25,9 ± 1,34	22,3 ± 1,99
Кінцево-діастолічний індекс, мл/м <sup>2</sup>	65,6 ± 2,33	56,1 ± 3,38
Ударний об'єм, мл	75,5 ± 2,76	67,5 ± 3,53*
Хвилинний об'єм крові, л/хв	5,58 ± 0,33	4,1 ± 1,23*
Ударний індекс, мл/м <sup>2</sup>	46,7 ± 1,79	41,1 ± 1,63
Серцевий індекс, л/(хв·м <sup>2</sup> )	3,3 ± 0,69	2,9 ± 0,48
Фракція викиду, %	57,2 ± 1,38	54,6 ± 2,17
Загальний периферичний опір, дин·с·см <sup>-5</sup>	1325,9 ± 82,4	1919,9 ± 96,1*
Примітка. * – достовірна різниця при порівнянні показників центральної гемодинаміки в обстежуваних із вищою та нижчою теплочутливістю, $p < 0,05$ .		

ЗПО – це опір, який судинна система чинить системному кровотоку. У обстежуваних із вищою теплочутливістю він компенсаторно знижується на фоні більшої роботи серця [303].

Отримані ехокардіографічно дані в осіб із нижчою теплочутливістю свідчать про більш оптимальну і економну діяльність серцево-судинної системи, а у групі із вищою – про збільшену інтенсивність її роботи в неекономному режимі.

Враховуючи вищевказане, можна стверджувати, що дані, отримані реографічно, узгоджуються із ехокардіографічними.



## 4.2 Особливості периферійного кровообігу

При дослідженні периферійної гемодинаміки за допомогою реографії верхніх кінцівок, встановлено, що у вихідному стані в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно із нижчою, достовірно переважає час швидкого кровонаповнення і середня швидкість повільного кровонаповнення (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Показники периферійної гемодинаміки в обстежуваних із вищою та нижчою теплочутливістю до та після короткочасного теплового впливу

Показники периферійної гемодинаміки, M ± m	Вища теплочутливість (n=56)		Нижча теплочутливість (n=94)	
	до теплового впливу	після теплового впливу	до теплового впливу	після теплового впливу
1	2	3	4	5
Амплітуда систолічної хвилі, Ом	1,135 ± 0,05	1,151 ± 0,02***	1,129 ± 0,03	1,124 ± 0,05
Амплітуда діастолічної хвилі, Ом	0,048 ± 0,01	0,042 ± 0,03	0,055 ± 0,02	0,062 ± 0,04
Максимальна швидкість кровонаповнення, Ом/с	1,21 ± 0,24	1,29 ± 0,22	1,18 ± 0,16	1,12 ± 0,21
Час швидкого кровонаповнення, с	0,053 ± 0,08	0,058 ± 0,03	0,041 ± 0,04*	0,038 ± 0,01**
Час повільного кровонаповнення, с	0,065 ± 0,02	0,053 ± 0,01***	0,069 ± 0,04	0,072 ± 0,06

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5
Середня швидкість повільного кровонаповнення, Ом/с	0,527 ± 0,21	0,534 ± 0,18	0,503 ± 0,34*	0,498 ± 0,22
Тонус великих артерій, ум. од.	0,98 ± 0,41	0,91 ± 0,39	1,12 ± 0,56	1,19 ± 0,31**
Тонус середніх і дрібних артерій, ум. од.	0,398 ± 0,15	0,388 ± 0,09	0,408 ± 0,27	0,413 ± 0,19
<p>Примітка 1. * – достовірна різниця при порівнянні вихідних даних в обстежуваних із нижчою і вищою чутливістю до тепла, <math>p &lt; 0,05</math>.</p> <p>Примітка 2. ** – достовірна різниця при порівнянні даних після теплового впливу в обстежуваних із нижчою і вищою чутливістю до тепла, <math>p &lt; 0,05</math>.</p> <p>Примітка 3. *** – достовірна різниця при порівнянні даних після теплового впливу, порівняно із вихідними показниками, в групах із вищою та нижчою теплочутливістю, <math>p &lt; 0,05</math>.</p>				

Час швидкого кровонаповнення відображає функціональний стан магістральних судин і його значення узгоджується із встановленим зростанням ударного об'єму крові і посиленням серцевої діяльності. Переважання середньої швидкості повільного кровонаповнення в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно із нижчою, свідчить про більшу у них еластичність артерій середнього калібру.

Після короткочасного теплового впливу в осіб із вищою теплочутливістю встановлено збільшення амплітуди систолічної хвилі, що свідчить про зростання ударного об'єму крові і зниження тону магістральних судин, і відповідно посилення артеріального кровонаповнення обстежуваних ділянок верхніх кінцівок. При цьому також спостерігалось зменшення часу повільного кровонаповнення, що підтверджує нижчий тонус артерій середнього і дрібного калібру.

Короткочасний тепловий вплив не викликав суттєвої зміни периферійної гемодинаміки в обстежуваних із нижчою чутливістю до тепла, що свідчить про достатню стійкість функціонування системи кровообігу.

Аналізуючи дані, вказані в табл. 4.5, бачимо, що в осіб із вищою теплочутливістю та еукінетичним типом кровообігу після теплового впливу, порівняно із вихідними даними, вища середня швидкість повільного кровонаповнення, що вказує на більшу еластичність артерій середнього калібру, а нижчий показник амплітуди діастолічної хвилі – про швидший відтік крові з досліджуваних областей верхніх кінцівок.

У обстежуваних із вищою чутливістю до тепла та гіперкінетичним типом кровообігу, після впливу тепла, порівняно із вихідними даними, встановлено менший час повільного кровонаповнення, що свідчить про зниження тонуусу і зростання еластичності судин середнього і дрібного калібру, а також більший показник амплітуди систолічної хвилі, що вказує на посилене артеріальне кровонаповнення верхніх кінцівок.

У групі обстежуваних із нижчою теплочутливістю достовірної різниці між показниками периферійної гемодинаміки в осіб із гіпокінетичним і еукінетичним типом кровообігу після короткочасного теплового впливу, порівняно із вихідними даними, не встановлено.

Отже, згідно з отриманими даними реовазографії, можна стверджувати, що в осіб із нижчою теплочутливістю система кровообігу стабільно функціонує в економному режимі, а короткочасний тепловий вплив не викликає значних змін у її роботі, що свідчить про достатні адаптаційні можливості. В обстежуваних із вищою чутливістю до теплового фактору периферійна гемодинаміка характеризується збільшенням артеріального кровонаповнення досліджуваних ділянок внаслідок нижчого тонуусу судин. Це узгоджується з інтенсивною діяльністю серця.

Таблиця 4.5 – Показники периферійної гемодинаміки в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю і різними типами кровообігу до та після короткочасного теплового впливу

Показники периферійної гемодинаміки, $M \pm m$	Вища теплочутливість (n=56)				Нижча теплочутливість (n=94)			
	Еукінетичний тип кровообігу		Гіперкінетичний тип кровообігу		Гіпокінетичний тип кровообігу		Еукінетичний тип кровообігу	
	до теплового впливу (n=27)	після теплового впливу (n=27)	до теплового впливу (n=29)	після теплового впливу (n=29)	до теплового впливу (n=19)	після теплового впливу (n=22)	до теплового впливу (n=72)	після теплового впливу (n=70)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Амплітуда систолічної хвилі, Ом	1,136 ± 0,04	1,139 ± 0,08	1,142 ± 0,07	1,157 ± 0,04*	1,105 ± 0,07	1,099 ± 0,02	1,134 ± 0,06	1,130 ± 0,02
Амплітуда діастолічної хвилі, Ом	0,057 ± 0,07	0,048 ± 0,04*	0,053 ± 0,03	0,047 ± 0,05	0,055 ± 0,05	0,061 ± 0,07	0,049 ± 0,05	0,053 ± 0,08
Максимальна швидкість кровонаповнення, Ом/с	1,19 ± 0,25	1,28 ± 0,16	1,23 ± 0,19	1,31 ± 0,16	1,16 ± 0,21	1,09 ± 0,13	1,23 ± 0,32	1,17 ± 0,13***
Час швидкого кровонаповнення, с	0,051 ± 0,06	0,056 ± 0,03	0,061 ± 0,04	0,065 ± 0,02	0,041 ± 0,05	0,036 ± 0,03	0,049 ± 0,05	0,044 ± 0,07

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Час повільного кровонаповнення, с	0,083 ± 0,07	0,074 ± 0,02	0,077 ± 0,04	0,064 ± 0,03*	0,080 ± 0,06	0,086 ± 0,03	0,077 ± 0,05	0,083 ± 0,03
Середня швидкість повільного кровонаповнення, Ом/с	0,526 ± 0,11	0,535 ± 0,19*	0,531 ± 0,19	0,539 ± 0,22	0,501 ± 0,16	0,493 ± 0,14	0,505 ± 0,12**	0,498 ± 0,18***
Тонус великих артерій, ум.од.	0,108 ± 0,13	0,101 ± 0,16	0,99 ± 0,23	0,92 ± 0,31	1,07 ± 0,35	1,13 ± 0,22	0,98 ± 0,11	0,103 ± 0,21
Тонус середніх і дрібних артерій, ум.од.	0,388 ± 0,14	0,384 ± 0,17	0,368 ± 0,11	0,357 ± 0,15	0,412 ± 0,18	0,419 ± 0,26	0,394 ± 0,21	0,399 ± 0,18
<p>Примітка 1. * – достовірна різниця при порівнянні показників периферійної гемодинаміки до та після теплового впливу в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю і різними типами гемодинаміки, <math>p &lt; 0,05</math>.</p> <p>Примітка 2. ** – достовірна різниця при порівнянні вихідних даних осіб із еукінетичним типом кровообігу з вищою та нижчою теплочутливістю, <math>p &lt; 0,05</math>.</p> <p>Примітка 3. *** – достовірна різниця при порівнянні даних після короткочасного теплового впливу в осіб із еукінетичним типом кровообігу та вищою і нижчою теплочутливістю, <math>p &lt; 0,05</math>.</p>								

### 4.3 Визначення індексу Робінсона

Після розрахунку індексу Робінсона в групах обстежуваних із нижчою та вищою теплочутливістю встановлено, що в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора середнє його значення становить  $(78,4 \pm 5,11)$  ум. од., і є достовірно меншим, ніж отриманий показник у групі з вищою теплочутливістю, де він становить  $(95,6 \pm 4,92)$  ум. од ( $p < 0,05$ ) (рис. 4.2).

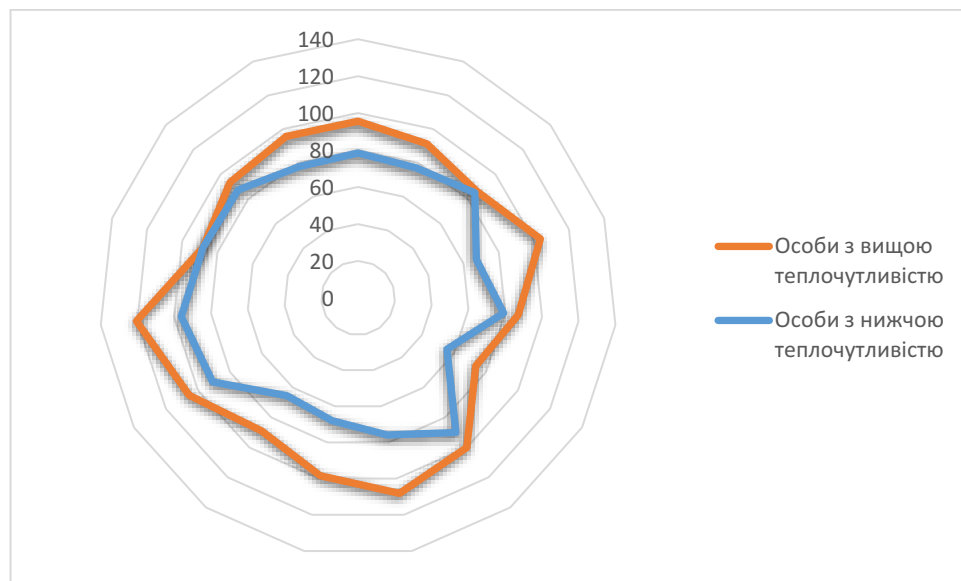


Рисунок 4.2 – Значення індексу Робінсона в обстежуваних із різною теплочутливістю

Аналізуючи отримані дані відповідно до вищевказаних норм [1], встановлено, що особи з нижчою чутливістю до тепла мають вищий за середній рівень функціонального резерву серця, а обстежувані з вищою – нижчий за середній. Менший показник індексу Робінсона в групі з нижчою теплочутливістю свідчить про більші резервні можливості системи кровообігу та економнішу її діяльність, а також вищі аеробні можливості серцево-судинної системи. Більше значення індексу Робінсона в групі з вищою чутливістю до тепла показує напруження діяльності серцево-судинної

системи, неекономність її роботи, а також свідчить про домінування впливу на організм симпатичної нервової системи та низькі аеробні можливості.

#### 4.4 Оцінка індексу Руф'є

У результаті проведення проби Руф'є в осіб із вищою чутливістю до тепла встановлено задовільний рівень функціонального резерву серця ( $(14,57 \pm 0,41)$  ум. од. у чоловіків і  $(14,95 \pm 0,65)$  ум. од. у жінок), що достовірно відрізняється від отриманого результату в групі з нижчою теплочутливістю, де встановлено середній рівень функціонального резерву серця ( $(9,72 \pm 0,52)$  ум. од. у чоловіків і  $(10,04 \pm 0,31)$  ум. од. у жінок) ( $p < 0,05$ ).

Отже, у осіб із вищою теплочутливістю, згідно з результатами проби Руф'є, менші резервні можливості серцево-судинної системи, порівняно з обстежуваними з нижчою чутливістю до тепла. А як відомо, чим вищий функціональний резерв, тим кращий адаптаційний потенціал організму в умовах впливу різних факторів навколишнього середовища і фізичного навантаження [29].

#### 4.5 Проби Штанге та Генчі

Для оцінки функціонального стану кардіореспіраторної системи, рівня кисневого забезпечення організму та стійкості організму до гіпоксії в групах осіб із вищою та нижчою теплочутливістю проводили проби Штанге та Генчі [56].

Після виконання цих проб встановлено, що в обстежуваних обох статей із вищою чутливістю до тепла достовірно нижчі показники часу затримки дихання на вдиху та видиху, порівняно з особами з нижчою теплочутливістю (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Проби Штанге та Генчі у чоловіків і жінок із вищою та нижчою теплочутливістю

Функціональні проби	Обстежувані з вищою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=35)		Обстежувані з нижчою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=35)	
	чоловіки (n=18)	жінки (n=17)	чоловіки (n=16)	жінки (n=19)
Проба Штанге, с	48,43 ± 3,31	36,24 ± 2,45	52,71 ± 3,75*	41,58 ± 1,84**
Проба Генчі, с	23,43 ± 2,22	16,72 ± 1,67	29,43 ± 1,30*	21,52 ± 2,91**

Примітка 1. \* - достовірна різниця при порівнянні результатів проб Штанге та Генчі у чоловіків з групи осіб із нижчою теплочутливістю з отриманими даними в цієї ж статі в групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла,  $p < 0,05$ .

Примітка 2. \*\* – достовірна різниця при порівнянні результатів проб Штанге та Генчі у жінок з групи осіб із нижчою теплочутливістю з отриманими даними в цієї ж статі в групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла,  $p < 0,05$ .

Менший час затримки дихання на вдиху та видиху в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно з обстежуваними з нижчою чутливістю до тепла, згідно з результатами вищевказаних проб, свідчить про меншу резистентність до нестачі кисню. Тому в умовах глобального потепління, коли, як наслідок, виникає зменшення вмісту  $O_2$  в атмосферному повітрі [328], у осіб із вищою теплочутливістю очевидно менш ефективно функціонування системи тканинного дихання й енергетичного забезпечення клітин, що матиме негативний вплив на життєдіяльність організму [76].

#### 4.6 Встановлення максимального споживання кисню

Визначення показника максимального споживання кисню у групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла показало, що середнє його значення становить  $(38,05 \pm 3,17)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(34,22 \pm 2,23)$  мл/(кг·хв) у жінок, що є достовірно нижчим значенням, порівняно із групою осіб із нижчою теплочутливістю, де цей показник



становив  $(47,07 \pm 5,12)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(41,38 \pm 1,42)$  мл/(кг·хв) у жінок ( $p < 0,05$ ) Згідно з критеріями здоров'я за Апанасенком Г. Л. [1], в учасників обстеження із нижчою теплочутливістю середнє значення МСК перевищує «безпечний рівень здоров'я», а у обстежуваних із вищою чутливістю до тепла – знаходиться нижче «безпечного рівня здоров'я». «Безпечний рівень здоров'я» – це такий поріг аеробного енергопотенціалу, нижче якого виникають порушення функціонування організму людини (рис. 4.3).

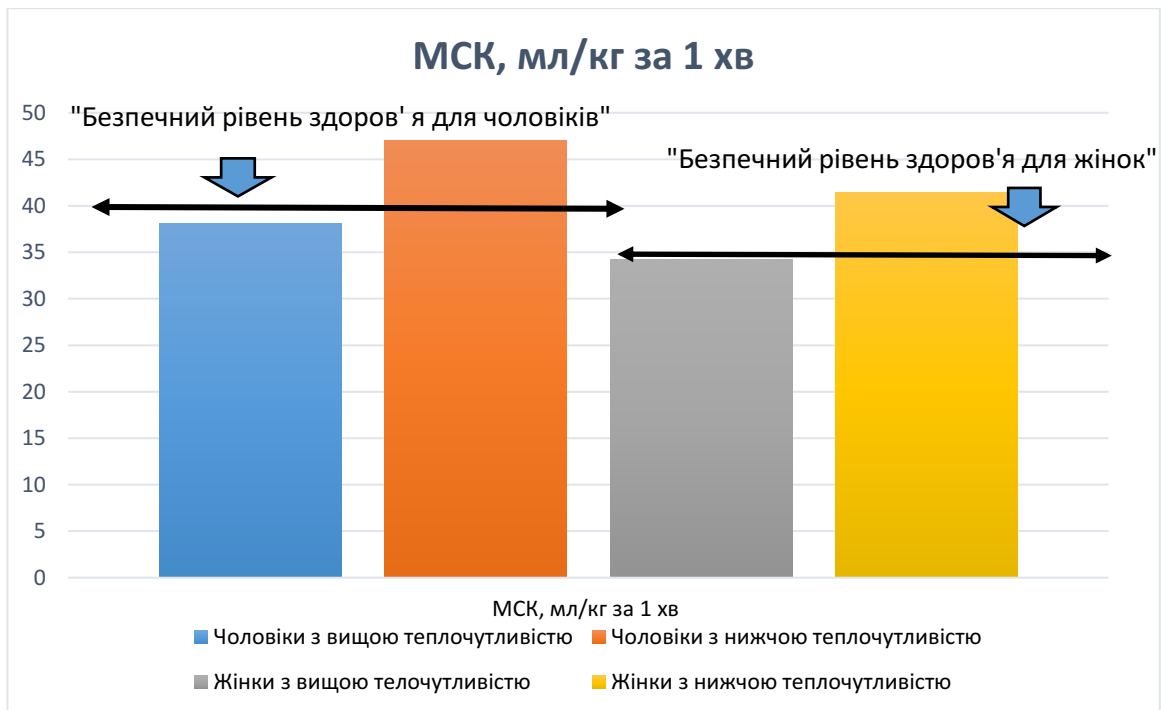


Рисунок 4.3 – Оцінка максимального споживання кисню осіб із різною теплочутливістю

Як бачимо, в осіб із вищою чутливістю до тепла достовірно менший показник максимального споживання кисню, тобто нижча здатність їхнього організму до засвоєння кисню. А як відомо, адаптивні можливості людини зумовлені її аеробним енергопотенціалом, який є показником високого рівня фізичного здоров'я [307]. Апанасенко Г. Л. розглядає аеробну продуктивність як інтегральний показник адаптаційних можливостей

людини, оскільки вона відображає функціональний стан багатьох систем організму людини, а також координаційність дії між цими системами [1].

#### 4.7 Визначення кардіореспіраторної працездатності

Оцінку рівня кардіореспіраторної працездатності проводили згідно з отриманими нами результатами тесту Руф'є. Цей показник в обстежуваних із вищою та нижчою чутливістю до тепла показав наступну закономірність (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Оцінка кардіореспіраторної працездатності в осіб обох статей з різною теплочутливістю

Метод дослідження	Група осіб із вищою теплочутливістю $M \pm m$ (n=35)		Група осіб із нижчою теплочутливістю $M \pm m$ (n=35)	
Визначення кардіореспіраторної працездатності ( $VO_2 \max$ , мл/(кг·хв))	чоловіки (n=18)	жінки (n=17)	чоловіки (n=16)	жінки (n=19)
	$39,1 \pm 2,19$	$33,2 \pm 1,95$	$46,7 \pm 3,84^*$	$40,8 \pm 3,15^{**}$
Примітка 1. * – достовірна різниця при порівнянні $VO_2 \max$ у чоловіків з групи осіб із нижчою теплочутливістю з отриманими даними в цієї ж статі в групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла, $p < 0,05$ .				
Примітка 2. ** – достовірна різниця при порівнянні $VO_2 \max$ у жінок з групи осіб із нижчою теплочутливістю з отриманими даними в цієї ж статі в групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла, $p < 0,05$ .				

Аналізуючи отримані результати в осіб обох груп згідно з наведеними нормативними показниками [180], встановлено, що в чоловіків та жінок із вищою теплочутливістю кардіореспіраторна працездатність є поганою, на відміну від групи з нижчою чутливістю до тепла, де в обстежуваних обох статей цей показник є добрим. Вищесказане є несприятливою прогностичною ознакою для осіб із вищою чутливістю до тепла в умовах глобального потепління [101, 180], так як рівень функціонування серцево-судинної системи визначає стійкість до теплового стресу [207].

#### 4.8 Оцінка адаптаційного потенціалу організму здорових молодих осіб

У результаті визначення адаптаційного потенціалу у групі осіб із нижчою теплочутливістю встановлено достовірно нижчі показники, у порівнянні з групою обстежуваних із вищою теплочутливістю ( $p < 0,05$ ) (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 – Адаптаційний потенціал організму осіб із різною теплочутливістю

Метод дослідження	Обстежувані з вищою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=40)	Обстежувані з нижчою теплочутливістю, $M \pm m$ (n=40)
Визначення адаптаційного потенціалу, ум. од.	$2,69 \pm 0,19$	$1,93 \pm 0,23^*$
Примітка. * – достовірна різниця при порівнянні отриманих результатів у обстежуваних із нижчою теплочутливістю з відповідними даними в групі із вищою чутливістю до тепла, $p < 0,05$ .		

Отримані величини адаптаційного потенціалу організму людини показують, що в осіб із вищою теплочутливістю спостерігається напруження механізмів адаптації, тобто пристосувальна діяльність їх організму здійснюється на межі можливостей. А в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора – задовільний адаптаційний потенціал.

Як відомо, адаптація – це універсальна властивість живого, яка забезпечує життєздатність організму в сучасних умовах, що змінюються, і представляє процес адекватного пристосування його функціональних і структурних елементів до навколишнього середовища [48]. Вищевказане свідчить про те, що особи із вищою теплочутливістю мають потенційні ризики зриву адаптаційних процесів та розвитку патологічних станів.

#### 4.9 Встановлення показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес

Після оцінки стресостійкості системи кровообігу за допомогою показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес (ПРС) у групі осіб із нижчою теплочутливістю встановлено достовірно нижчі його показники, у порівнянні з групою обстежуваних із вищою теплочутливістю ( $p < 0,05$ ) (табл. 4.9).

Таблиця 4.9 – Показник реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес в осіб із різною теплочутливістю

Метод дослідження	Обстежувані з вищою теплочутливістю, $M \pm m$	Обстежувані з нижчою теплочутливістю, $M \pm m$
Визначення показника реакції серцево-судинної системи, ум. од.	$1,42 \pm 0,14$	$1,09 \pm 0,12^*$
Примітка. * – достовірна різниця при порівнянні отриманих результатів у обстежуваних із нижчою теплочутливістю з відповідними даними в групі із вищою чутливістю до тепла, $p < 0,05$ .		

Отримані показники свідчать, що стресостійкість серцево-судинної системи обстежуваних із вищою чутливістю до тепла є нижчою. На думку багатьох дослідників (Г. Андрєєва, А. Баранов, Б. Величковський, В. Суботін та ін.), стресостійкість – це комплексна властивість, що характеризується певним рівнем адаптації до екстремальних умов та зумовлена активацією наявних ресурсів організму [61]. Тому в умовах глобального потепління, коли організм людини щоденно піддається впливу несприятливих факторів довкілля, особи з вищою теплочутливістю є надзвичайно вразливими і підвищення стресостійкості системи кровообігу у них є необхідною умовою в подоланні негативних наслідків дії кліматичних умов сьогодення.

Таким чином, підсумовуючи отримані результати, що зафіксовані у розділі 4, встановлено:

1. У обстежуваних із нижчою теплочутливістю центральна гемодинаміка характеризується високою стійкістю та економністю функціонування, не зважаючи на підвищення середньорічної температури навколишнього середовища.

2. Периферійний кровообіг у осіб із нижчою чутливістю до тепла також стабільно функціонує, майже не змінюючись після короткочасного теплового впливу. Це підтверджує високий адаптаційний потенціал у цих осіб, достатні функціональні резервні можливості та хорошу стресостійкість [49, 67].

3. У групі осіб із вищою теплочутливістю центральна гемодинаміка працює у режимі високої енергозатратності, характерна напруженість її роботи, у результаті чого швидше настане зрив адаптаційних процесів в умовах глобального потепління.

4. Периферійний кровообіг у обстежуваних із вищою чутливістю до тепла також функціонує у посиленому режимі, і короткочасний тепловий вплив збільшує інтенсивність його роботи, що свідчить про недостатність резервних можливостей і низьку резистентність до стресових впливів [34, 192].

5. У групі з вищою теплочутливістю достовірно більше значення індексу Робінсона ( $95,6 \pm 4,92$  ум. од.), порівняно з нижчою, що показує напруження діяльності серцево-судинної системи у них, неекономність її роботи, а також свідчить про домінування впливу на організм симпатичної нервової системи. А в осіб із нижчою чутливістю до тепла – менший показник індексу Робінсона ( $78,4 \pm 5,11$  ум. од.), тобто більші резервні можливості серцево-судинної системи і економнішу її діяльність, а також вищі аеробні можливості системи кровообігу.

6. В осіб із вищою теплочутливістю, згідно з результатами проби Руф'є, менші резервні можливості серцево-судинної системи, порівняно з обстежуваними з нижчою чутливістю до тепла, тобто, відповідно, гірший адаптаційний потенціал.

7. Проби Штанге та Генчі показали менший час затримки дихання на вдиху та видиху, відповідно, в осіб із вищою чутливістю до тепла, порівняно з обстежуваними з нижчою теплочутливістю. Це свідчить про те, що ці особи мають гірше кисневе забезпечення організму та меншу резистентність до нестачі кисню в повітрі. А особи з нижчою чутливістю до тепла – більшу стійкість до гіпоксії, у них краща функція кардіореспіраторної системи та рівень забезпечення організму киснем.

8. У групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла достовірно менший показник максимального споживання кисню та  $VO_2 \max$ , тобто гірша здатність їхнього організму до засвоєння кисню, а також у них нижча кардіореспіраторна працездатність. А в осіб із нижчою чутливістю до тепла – краща аеробна продуктивність і добра кардіореспіраторна працездатність, що збільшує їхню стійкість в умовах глобального потепління.

9. В осіб із вищою теплочутливістю спостерігається переважання напруження механізмів адаптації, порівняно з нижчою, тобто пристосувальна діяльність їх організму здійснюється на межі можливостей. А обстежувані з нижчою чутливістю до тепла мають задовільний адаптаційний потенціал.

10. Результати визначення показника реакції серцево-судинної системи в обстежуваних із вищою та нижчою теплочутливістю показали, що стресостійкість осіб із вищою чутливістю до тепла є нижчою. Тому в умовах глобального потепління, коли організм людини щоденно піддається впливу несприятливих стресових факторів довкілля, особи з вищою чутливістю до тепла є надзвичайно вразливими і підвищення їх стресостійкості є необхідною умовою в подоланні негативних наслідків дії кліматичних умов сьогодення.

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, опубліковані у наукових працях автора [12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 31, 32, 33, 84, 200].

## РОЗДІЛ 5

### ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ТЕПЛОЧУТЛИВОСТІ

Для побудови математичної моделі прогнозування рівня теплочутливості включено дані 150 обстежених осіб з різними рівнями чутливості до теплового фактора: з нижчою (n=94) та вищою (n=56). Після чого було проведено аналіз 22 ймовірних факторів (табл. 5.1), які можуть впливати на рівень теплочутливості (CHSL). У прогностичній моделі вища теплочутливість позначена як CHSL1, а нижча – CHSL2, і, відповідно, встановлювали залежність величини коефіцієнта теплочутливості (CHSL1/CHSL2) від досліджуваних факторів.

Таблиця 5.1 – Потенційні фактори, які можуть впливати на рівень теплочутливості (CHSL1/CHSL2) та їх індексація у молодих здорових людей

№ п/п	Назви предикторів рівня теплочутливості CHSL1/CHSL2	Умовне позначення в моделі
1	2	3
1.	Запитання у опитувальнику №1.	Q1
2.	Запитання у опитувальнику №2.	Q2
3.	Запитання у опитувальнику №3.	Q3
4.	Запитання у опитувальнику №4.	Q4
5.	Запитання у опитувальнику №5.	Q5
6.	Запитання у опитувальнику №6.	Q6
7.	Запитання у опитувальнику №7.	Q7
8.	Запитання у опитувальнику №8.	Q8
9.	Коефіцієнт автономного балансу – співвідношення потужності хвиль низької частоти і високої частоти у серцевому ритмі до теплової проби.	LF\HF1
10.	Коефіцієнт автономного балансу – співвідношення потужності хвиль низької частоти і високої частоти у серцевому ритмі після теплової проби.	LF\HF2

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
11.	Відносне значення потужності хвиль низької частоти у % у серцевому ритмі до теплової проби.	%LF1
12.	Відносне значення потужності хвиль низької частоти у % у серцевому ритмі після теплової проби.	%LF2
13.	Потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань до теплової проби.	%HF1
14.	Потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань після теплової проби.	%HF2
15.	Індекс напруження (Амплітуда моди/(2 × моду × варіаційний розмах)) до теплової проби, ум.од.	SI1
16.	Індекс напруження після теплової проби, ум.од.	SI2
17.	Частота серцевих скорочень, уд./хв., до теплової проби.	HR1
18.	Частота серцевих скорочень, уд./хв., після теплової проби.	HR2
19.	Систолічний артеріальний тиск, мм рт.ст., до теплової проби.	SBP1
20.	Систолічний артеріальний тиск, мм рт.ст., після теплової проби.	SBP2
21.	Діастолічний артеріальний тиск, мм рт.ст., до теплової проби	DBP1
22.	Діастолічний артеріальний тиск, мм рт.ст., після теплової проби	DBP2

У модель прогнозування величини коефіцієнта теплочутливості було включено 11 факторів з коефіцієнтами кореляції від 0,3 до 0,7. Загальна початкова кількість предикторів становила 22. Фактори виникнення CHSL1/CHSL2, у яких рівень значущості  $p > 0,05$ , були виключені з регресійного аналізу.



Для оцінки значущості впливу вищезгаданих факторів (див. табл. 5.1) на виникнення рівня теплочутливості (CHSL1/ CHSL2) виконано покроковий багатofакторний регресійний аналіз.

На початковому етапі будували кореляційну матрицю, де підтверджується відсутність попарних коефіцієнтів кореляції, більших за 0,7, тобто мультиколінарних факторів.

Після чого для побудови регресійної моделі ми включили 22 потенційні провокуючі фактори виникнення CHSL1/ CHSL2. Обчислено коефіцієнти регресії «b» (Beta), які показують для кожного окремого предиктора відношення, щодо впливу на ступінь CHSL1/ CHSL2 в обстежуваних осіб (рис. 5.1).

Regression Summary for Dependent Variable: CHSL1/CHSL2 (1 in 11)						
R= ,98824191 R <sup>2</sup> = ,97662208 Adjusted R <sup>2</sup> = ,97257236						
F(22, 127)=241,16 p<0,0000 Std.Error of estimate: ,08037						
N=150	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(127)	p-value
<b>Intercept</b>			2,270676	0,140634	16,14599	0,000000
Q1	-0,231246	0,028058	-0,231246	0,028058	-8,24171	0,000000
Q2	-0,148823	0,019697	-0,125317	0,016586	-7,55576	0,000000
Q3	-0,210996	0,022136	-0,204185	0,021421	-9,53182	0,000000
Q4	-0,119503	0,024364	-0,070803	0,014435	-4,90489	0,000003
Q5	-0,092464	0,022897	-0,059137	0,014644	-4,03818	0,000093
Q6	-0,053025	0,018572	-0,064945	0,022747	-2,85515	0,005026
Q7	0,001749	0,014939	0,003563	0,030427	0,11708	0,906978
Q8	-0,025346	0,020156	-0,018867	0,015004	-1,25748	0,210886
LFVHF1	-0,039649	0,042568	-0,008128	0,008726	-0,93142	0,353404
LFVHF2	0,021628	0,042878	0,006395	0,012677	0,50441	0,614845
%LF1	0,066043	0,036993	0,003639	0,002038	1,78532	0,076596
%LF2	-0,113734	0,039094	-0,005360	0,001842	-2,90922	0,004279
%HF1	-0,232299	0,065753	-0,007147	0,002023	-3,53292	0,000574
%HF2	0,262540	0,066915	0,007998	0,002039	3,92346	0,000142
SI1	0,032920	0,039988	0,000230	0,000279	0,82324	0,411915
SI2	-0,059743	0,042595	-0,000342	0,000244	-1,40258	0,163183
HR1	0,090679	0,023288	0,004907	0,001260	3,89375	0,000159
SBP1	0,133403	0,042190	0,005477	0,001732	3,16199	0,001960
DBP1	-0,064162	0,037164	-0,003730	0,002161	-1,72645	0,086699
HR2	-0,099331	0,024049	-0,005688	0,001377	-4,13041	0,000065
SBP2	-0,068058	0,034968	-0,003085	0,001585	-1,94629	0,053828
DBP2	-0,022418	0,033364	-0,001333	0,001984	-0,67194	0,502841

Рисунок 5.1 – Результат отримання значущих факторів для прогнозування виникнення CHSL1/ CHSL2 при проведенні багатofакторного регресійного аналізу

Фактори Q7, Q8, LF/HF1, LF/HF2, %LF1, SI1, SI2, DBP1, SBP2, DBP2, у яких рівень значущості  $p > 0,05$ , були виключені з наступного аналізу. Оскільки рівні значущості у решти 12 факторів ризику були  $p < 0,05$ , то їх було включено в математичну модель прогнозування виникнення CHSL1/CHSL2.

Після опрацювання потенційних 22 факторів, використовуючи багатофакторний регресійний аналіз, в математичну модель прогнозування були включені наступні предиктори, для яких  $p < 0,05$  (Q1-6, %LF2, %HF1, %HF2, HR1, HR2). Встановлено, що рівень значущості SBP1  $p > 0,05$ , тому цей фактор також не включався у побудову прогностичної моделі рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2) (рис. 5.2).

Regression Summary for Dependent Variable: CHSL1/CHSL2 (1 in 11)						
R= ,98566232 R <sup>2</sup> = ,97153021 Adjusted R <sup>2</sup> = ,96903650						
F(12, 137)=389,59 p<0,0000 Std.Error of estimate: ,08540						
N=150	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(137)	p-value
Intercept			2,282238	0,139345	16,3783	0,000000
Q1	-0,259337	0,028260	-0,259337	0,028260	-9,1768	0,000000
Q2	-0,175130	0,019105	-0,147468	0,016087	-9,1668	0,000000
Q3	-0,237588	0,021360	-0,229919	0,020671	-11,1228	0,000000
Q4	-0,139799	0,023810	-0,082827	0,014107	-5,8715	0,000000
Q5	-0,111302	0,023069	-0,071185	0,014754	-4,8247	0,000004
Q6	-0,059041	0,018370	-0,072313	0,022500	-3,2140	0,001633
%LF2	-0,054182	0,020241	-0,002553	0,000954	-2,6769	0,008339
%HF1	-0,259747	0,053471	-0,007992	0,001645	-4,8577	0,000003
%HF2	0,282164	0,059033	0,008596	0,001798	4,7798	0,000004
HR1	0,083751	0,022194	0,004532	0,001201	3,7736	0,000239
SBP1	-0,001395	0,016155	-0,000057	0,000663	-0,0863	0,931334
HR2	-0,096291	0,023245	-0,005514	0,001331	-4,1425	0,000060

Рисунок 5.2 – Результат отримання значущих факторів для прогнозування виникнення CHSL1/ CHSL2 при проведенні багатофакторного регресійного аналізу без факторів Q7, Q8, LF/HF1, LF/HF2, %LF1, SI1, SI2, DBP1, SBP2, DBP2

На рисунку 5.3 наведено результат отримання 11 досліджуваних факторів, які визнані найбільш значущими для прогнозування рівня



теплочутливості (CHSL1/CHSL2) та були використані для побудови багатофакторної регресійної моделі: Q1-6: запитання опитувальника 1-6; %LF2 – відносне значення потужності хвиль низької частоти у % у серцевому ритмі після теплової проби; %HF1 – потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань до теплової проби; %HF2 – потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань після теплової проби; HR1 – частота серцевих скорочень, уд./хв., до теплової проби; HR2 – частота серцевих скорочень, уд./хв., після теплової проби (див. табл. 5.1).

Regression Summary for Dependent Variable: CHSL1/CHSL2 (1 in 11)						
R= ,98566153 R <sup>2</sup> = ,97152866 Adjusted R <sup>2</sup> = ,96925920						
F(11,138)=428,09 p<0,0000 Std.Error of estimate: ,08509						
N=150	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(138)	p-value
<b>Intercept</b>			2,274752	0,108682	20,9304	0,000000
Q1	-0,259210	0,028120	-0,259210	0,028120	-9,2181	0,000000
Q2	-0,174905	0,018858	-0,147279	0,015880	-9,2748	0,000000
Q3	-0,237585	0,021283	-0,229916	0,020597	-11,1629	0,000000
Q4	-0,139832	0,023721	-0,082847	0,014054	-5,8949	0,000000
Q5	-0,111614	0,022703	-0,071384	0,014520	-4,9163	0,000002
Q6	-0,059117	0,018283	-0,072407	0,022393	-3,2335	0,001530
%LF2	-0,054466	0,019900	-0,002567	0,000938	-2,7370	0,007018
%HF1	-0,260067	0,053151	-0,008002	0,001635	-4,8930	0,000003
%HF2	0,282628	0,058577	0,008610	0,001785	4,8249	0,000004
HR1	0,083308	0,021515	0,004509	0,001164	3,8720	0,000166
HR2	-0,095633	0,021880	-0,005476	0,001253	-4,3707	0,000024

Рисунок 5.3 – Результат отримання значущих факторів для прогнозування виникнення CHSL1/CHSL2 при проведенні багатофакторного регресійного аналізу без фактору SBP1

На основі отриманих результатів, які наведені на рисунку 5.3, будемо математичну модель для визначення коефіцієнта виникнення рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2):

$$\begin{aligned} \text{CHSL1/CHSL2} = & -0,259210*Q1 - 0,147279*Q2 - 0,229916*Q3 - 0,082847*Q4 - \\ & 0,071384*Q5 - 0,072407*Q6 - 0,002567*(\%LF2) - \\ & 0,008002*(\%HF1) + 0,008610*(\%HF2) + 0,004509*HR1 - 0,005476*HR2 \quad (5.1) \end{aligned}$$

Для оцінювання якості регресійної моделі проаналізовано залишкові відхилення, зокрема отримати їх гістограму (рис. 5.4). Як видно із отриманої гістограми, залишкові відхилення розподілені симетрично, наближаючись до кривої нормального розподілу залишків, тому статистична гіпотеза про їх розподіл на відповідність не відхиляється від нормального закону розподілу.

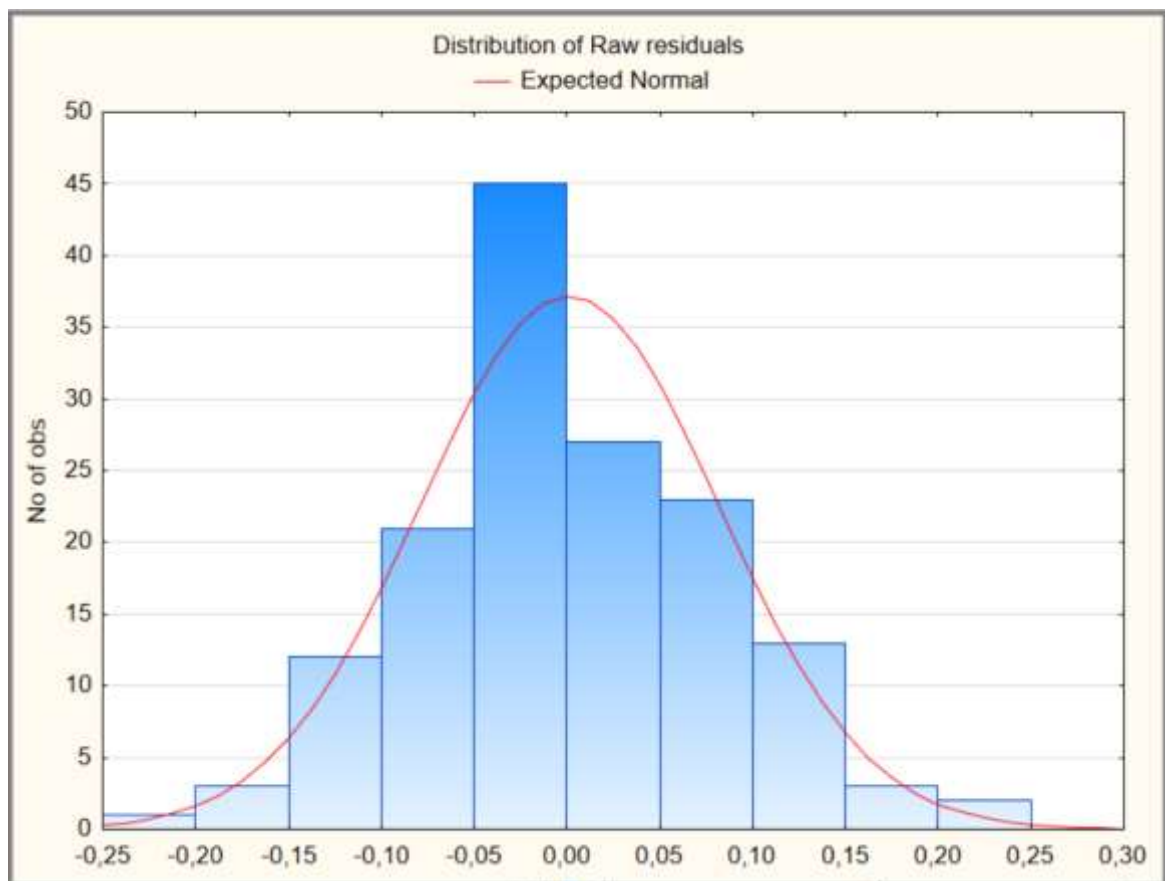


Рисунок 5.4 – Гістограма залишкових відхилень багатфакторної регресійної моделі прогнозування виникнення CHSL1/CHSL2

З метою додаткового підтвердження залишкових відхилень нормальному закону розподілу було побудовано нормально-ймовірнісний графік (рис. 5.5). Аналізуючи його дані, зауважуємо відсутність

систематичних відхилень від нормально-ймовірнісної прямої. Це дає можливість зробити висновок, що залишкові відхилення розподілені за нормальним законом розподілу.

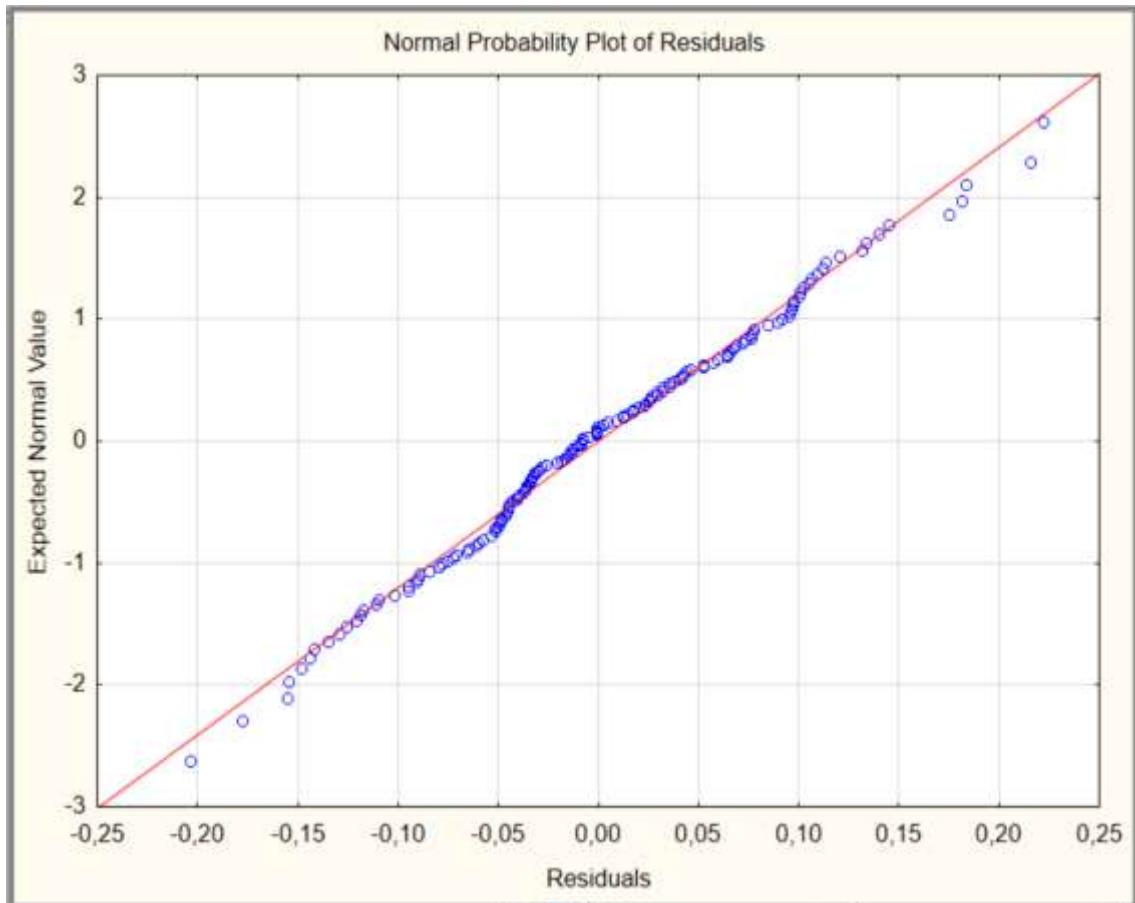


Рисунок 5.5 – Нормально-ймовірнісний графік залишкових відхилень багаторфакторної регресійної моделі прогнозування рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2)

Наступним кроком була оцінка прийнятливості моделі в цілому, для чого проводимо аналіз ANOVA (рис. 5.6). Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок про високий рівень прийнятливості моделі прогнозування рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2) в цілому за допомогою аналізу ANOVA, оскільки рівень значущості  $p < 0,001$ , а сама модель буде працювати краще, чим простий прогноз, використовуючи середні значення.

Analysis of Variance; DV: CHSL1/CHSL2 (1 in 11)					
Effect	Sums of Squares	df	Mean Squares	F	p-value
Regress.	34,09418	11	3,099471	428,0890	0,00
Residual	0,99915	138	0,007240		
Total	35,09333				

Рисунок 5.6 – Аналіз коефіцієнта детермінації багатофакторної регресійної моделі прогнозування CHSL1/CHSL2

Для додаткового оцінювання якості математичної моделі рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2) було проаналізовано коефіцієнт детермінації Нейджелкерка ( $R^2$ ), який показує, яка частина факторів врахована при прогнозуванні.

Коефіцієнт детермінації Нейджелкерка розглядають як універсальну міру зв'язку однієї випадкової величини з іншими. Він змінюється від 0 до 1. Чим ближче його значення наближається до «1», тим більш якісна багатофакторна регресійна модель. У запропонованій математичній моделі CHSL1/CHSL2 коефіцієнт детермінації становить  $R^2=0,9715$  (в програмі Statistica 12  $R^2= ,97152866$  (рисунок 5.4)). Отже, в нашому випадку 97,15 % факторів враховано в моделі прогнозування рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2). Коефіцієнт детермінації вказує, наскільки експериментальні результати підтверджують математичну модель.

Таким чином, прогностично значущі фактори, які впливають на рівень теплочутливості, отримані шляхом математичного моделювання (Q1-Q6, %LF2, %HF1, %HF2, HR1, HR2), підтвердили, що насамперед для визначення теплової чутливості необхідно протестувати згідно з опитувальником «Рівні теплочутливості», пізніше проводити теплову пробу, зокрема вагомим діагностичним критерієм тут є частота серцевих скорочень до та після теплового впливу, і завершальним етапом, задля підтвердження вищої та нижчої теплочутливості, є оцінка тонуру автономної нервової системи за допомогою математичного аналізу серцевого ритму, де важливими є

потужність спектру високочастотного та низькочастотного компонентів варіабельності у % від загальної потужності коливань.

Вперше запропонована нами модель математичного прогнозування виникнення рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2) враховує найбільш значущі фактори, які впливають на визначення вищої та нижчої чутливості до тепла, тому використання її дозволить точно виявляти осіб, особливо сприйнятливих до дії підвищеної температури навколишнього середовища, та попереджати розвиток у них потенційних негативних наслідків цього впливу. Це може стати одним із етапів первинної профілактики серцево-судинних захворювань в майбутньому, можливо попереджуватиме виникнення захворюваності та смертності від хвороб системи кровообігу.

Базуючись на отриманих результатах, в подальшому можливо використовувати цю прогностичну модель для розробки діагностичної системи встановлення рівня теплочутливості.

У наступних дослідженнях також бажано провести ROC-аналіз для визначення чутливості, специфічності та точності запропонованої математичної моделі прогнозування рівня теплочутливості (CHSL1/CHSL2).

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, відображені в науковій праці автора [318].

## РОЗДІЛ 6

### ВПЛИВ РОСЛИННОГО АДАПТОГЕНУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ОСІБ ІЗ ВИЩОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ

Впродовж 30 днів проведення спостереження обстежуваних із вищою теплочутливістю (n=14) запитували щодо змін їхнього загального стану після прийому рослинного адаптогену «Вікторін». Більшість осіб зауважили, що у них помітно покращилися самопочуття, сон, перестали турбувати головні болі. 2 студентів сказали, що не відмітили змін у своєму загальному стані. Проте усі обстежувані із відібраної групи зазначили, що відчувають кращу переносимість спеки, комфортніше себе почувають в умовах підвищення температури навколишнього середовища. Також слід зазначити, що 2 осіб спостерігали легку сонливість у другій половині дня, проте, у результаті детальнішого опитування з'ясувалось, що це може бути пов'язано із періодичним прийомом препарату не вранці, а ввечері, так як забували випити у першій половині дня.

Аналіз даних індексу Робінсона на 1-й, 15-й та 30-й день дослідження показав тенденцію до зменшення цього показника, зокрема його середнє значення в кінці місяця було на 10 ум.од. (10,1 %) менше, порівняно із 1-им днем. Індивідуальні зміни цього показника представлені на Рисунку 6.1.

Аналізуючи Рисунок 6.1, можна зауважити, що у 4 обстежуваних (28 %) значення ІР майже не змінилося, проте у решти (72 %) помітна тенденція до його зменшення.

Беручи до уваги загальноприйнятї норми ІР [1], встановлено, що до проведення дослідження у групі обстежуваних із вищою теплочутливістю виявлено нижчий за середній рівень функціонального резерву серця. На 30-й день, після прийому препарату «Вікторін», середнє значення цього показника відповідало середньому рівню резервних можливостей серця.



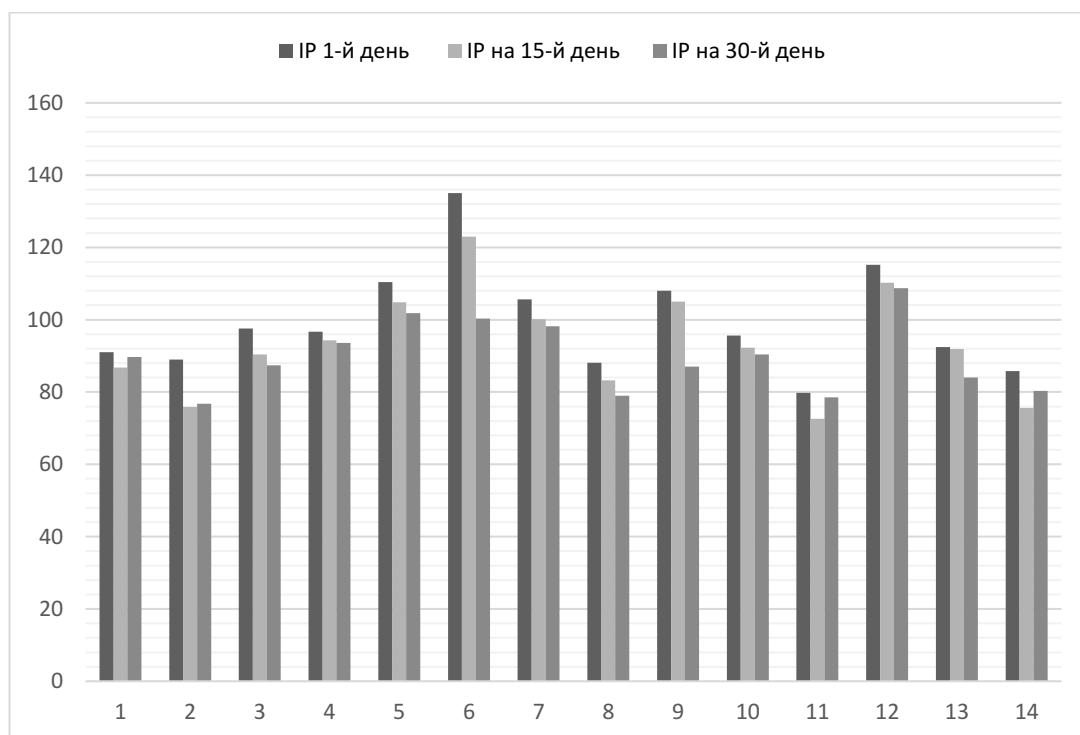


Рисунок 6.1 – Зміни показників індекса Робінсона на 1-й, 15-й та 30-й день дослідження

Таким чином, у обстежуваних після прийому «Вікторіну» встановлено тенденцію до збільшення резервних можливостей серцево-судинної системи і економнішу її діяльність, порівняно із вихідними даними, коли значення ІР вказувало на напруження діяльності серця, неекономність його роботи.

Отримані результати показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес висвітлені на рисунку 6.2.

Встановлено, що середнє значення ПРС на 30-й день зменшилось на 0,147 ум. од. (11 %) – ( $p < 0,05$ ).

Тому, враховуюче вищевказане, можна зробити висновок, що стресостійкість системи кровообігу обстежуваних із вищою чутливістю до теплового фактора після прийому препарату «Вікторін» достовірно збільшилася, тобто організм цих осіб став більше захищений від негативних наслідків дії кліматичних умов сьогодення.

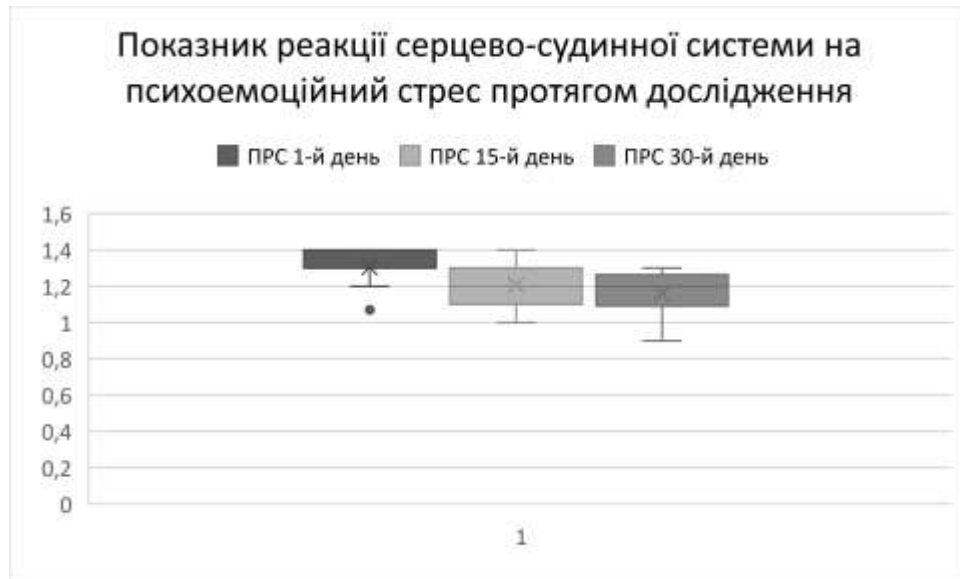


Рисунок 6.2 – Показник реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес на 1-й, 15-й і 30-й день дослідження

На рисунку 6.3 зображено отримані результати індексу Кердо протягом 30-ти денного дослідження.

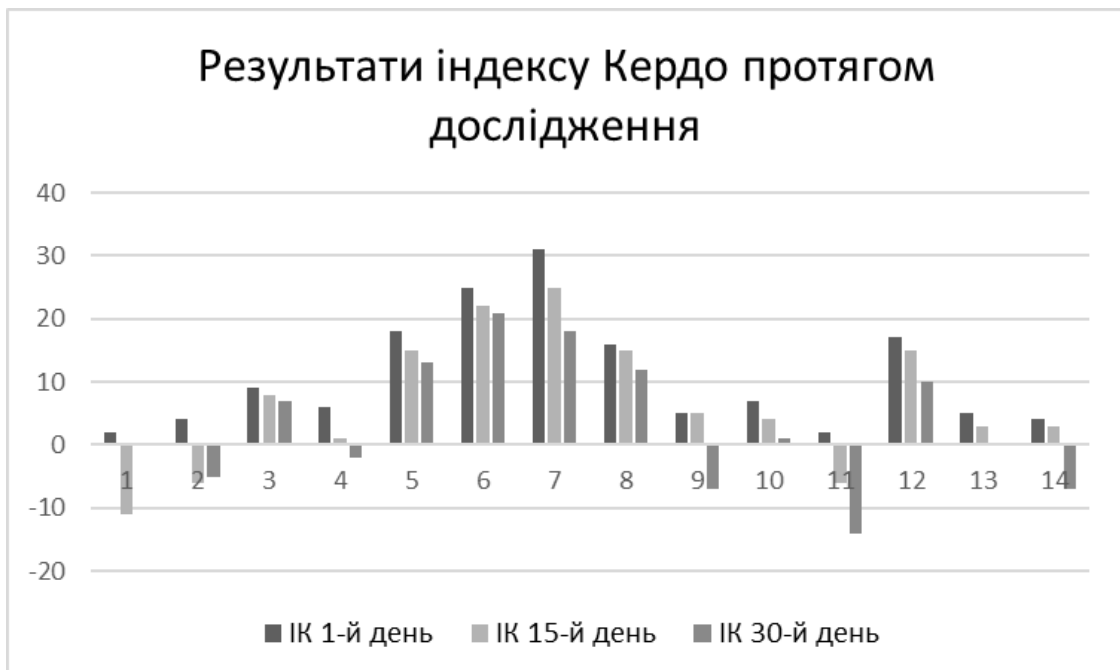


Рисунок 6.3 – Зміни показників індексу Кердо на 1-й, 15-й і 30-й день дослідження

Встановлено, що у всіх обстежуваних на початку дослідження було значне переважання тону симпатичної нервової системи, а протягом періоду прийому «Вікторину» є тенденція до зменшення її активності.

Таким чином, після 30-ти денного прийому рослинного адаптогену «Вікторін» у здорових молодих людей виявлено зменшення тону симпатичної нервової системи та зсув її у бік автономної рівноваги. А як відомо, переважання тону симпатичної системи призводить до збільшеної енергетичної потреби організму людини, і в кінцевому етапі, до розвитку різних патологічних станів та захворювань, в тому числі і серцево-судинних [315]. Автономна рівновага підтримує сталість внутрішнього середовища, а також забезпечує мобілізацію достатнього резервного потенціалу задля адаптації до кліматичних змін [198].

Результати АП протягом дослідження представлені на рисунку 6.4. Отримані величини адаптаційного потенціалу на 1-й день дослідження показують, що в осіб із вищою теплочутливістю адаптаційна діяльність їх організму здійснювалася на межі можливостей.

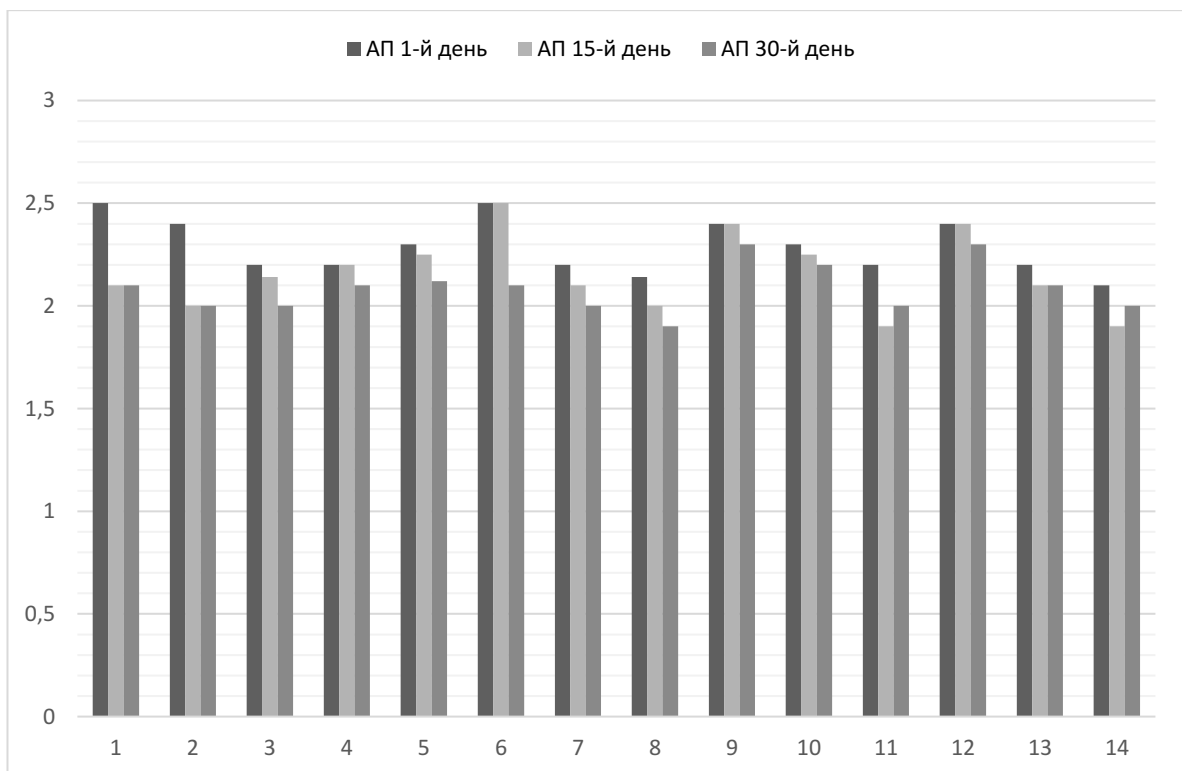


Рисунок 6.4 – Результати АП на 1-й, 15-й і 30-й день дослідження

Після аналізу отриманих даних про адаптаційний потенціал, встановлено, що його середнє значення на 30-й день дослідження на 9,3 % менше, порівняно із вихідними показниками ( $p < 0,05$ ).

Згідно з вищевказаними нормами [8], на початку дослідження у всіх учасників виявлено напруження механізмів адаптації. Через 30-ть днів після прийому «Вікторіну» середнє значення АП у обстежуваній групі свідчить про задовільні пристосувальні можливості.

У літературних джерелах є дані про те, що комплексна дія складових препаратів «Вікторін» (женьшень та родіоли рожевої) спрямована на стабілізацію функціонального стану нервової системи, підвищення опірності організму до екологічного стресу, нормалізацію роботи серця, судинної функції, рівня артеріального тиску (при потребі) [77], що узгоджується з результатами нашого дослідження.

Таким чином, встановлено:

1. Рослинний адаптоген «Вікторін» в осіб із вищою чутливістю до тепла покращив самопочуття, сон, зникли головні болі, запаморочення, зменшив чутливість до підвищеної температури навколишнього середовища.

2. 30-ти денне вживання «Вікторіну» обумовило тенденцію до збільшення резервних можливостей серцево-судинної системи і економнішу її діяльність.

3. Стресостійкість системи кровообігу осіб із вищою теплочутливістю після прийому рослинного адаптогену достовірно збільшилася.

4. На 30-й день дослідження у обстежуваних виявлено зменшення тонуусу симпатичної нервової системи та зсув її у бік автономної рівноваги.

5. Прийом препаратів «Вікторін» у молодих осіб із вищою чутливістю до теплового фактора обумовив збільшення адаптаційного потенціалу.

Наше дослідження обґрунтувало доцільність подальшого вивчення впливу рослинних адаптогенів, в тому числі і препарату «Вікторін», на функціональний стан серцево-судинної системи осіб із підвищеною теплочутливістю з метою розробки рекомендацій щодо застосування його для профілактики розвитку негативних наслідків дії на них глобального потепління.

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, відображені в науковій праці автора [199].

## РОЗДІЛ 7

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Встановлено, що збільшення захворюваності та смертності у результаті впливу зростаючої температури навколишнього середовища зумовлені підвищеним навантаженням на серцево-судинну систему і виникненням розладів її діяльності та функціонування організму в цілому, що обмежує його адаптаційний потенціал [320]. Тобто в період сьогодення саме діяльність системи кровообігу необхідно ретельно досліджувати, особливо звертаючи увагу на осіб із вищою чутливістю до такої зміни клімату. Важливо розглядати глобальне потепління, як один із факторів ризику розвитку захворювань серцево-судинної системи [273]. У літературних джерелах підтверджується, що смертність у результаті впливу глобального потепління має здебільшого серцево-судинне походження, що підтверджує вплив саме системи кровообігу у розвитку теплового стресу, і навпаки [152].

Нормальне функціонування системи кровообігу забезпечує оптимальну тепловіддачу і підтримку теплового гомеостазу [154]. Встановлено, що саме серцево-судинна система відіграє найважливіше значення в процесі адаптації до підвищення температури навколишнього середовища [125]. А пристосування є невід'ємною відповіддю організму людини на неминучі наслідки зміни клімату задля виживання та збереження здоров'я [5].

У доступних літературних джерелах немає інформації про різну чутливість молодих людей до підвищення температури навколишнього середовища, а також не знайдено даних про особливості автономної регуляції, центральної, периферійної гемодинаміки, адаптаційного потенціалу та стресостійкості в осіб із нижчою та вищою чутливістю до теплового фактора, що дозволяє вважати наше дослідження актуальним та необхідним.

Мета дослідження – встановити функціональні особливості системи кровообігу осіб віком 17-20 років із різною теплочутливістю.

Задля досягнення мети нами були поставлені такі завдання:

1. Дослідити рівні теплочутливості в осіб віком 17-20 років.
2. Вивчити швидкість проведення збудження серединним нервом та автономну регуляцію діяльності серця в осіб із різною теплочутливістю.
3. Оцінити стан центральної та периферійної гемодинаміки молодих осіб із вищою та нижчою теплочутливістю при теплових впливах.
4. Вивчити резервні можливості, економність діяльності серцево-судинної системи та стійкість до гіпоксії осіб із різною теплочутливістю.
5. Встановити адаптаційні можливості організму та стресостійкість серцево-судинної системи осіб із вищою та нижчою теплочутливістю.
6. Провести математичне прогнозування рівня теплочутливості в молодих людей віком 17-20 років.
7. Оцінити вплив рослинних адаптогенів на функціональний стан серцево-судинної системи осіб із вищою теплочутливістю.

Нами було встановлено, що існують різні рівні теплочутливості в молодих людей віком 17-20 років: є особи з нижчою чутливістю до впливу теплового фактора, а є з вищою. Науковцями описано різну сприйнятливості до впливу навколишнього середовища [278, 299], проте в більшості випадків ці індивідуальні особливості визначені на психологічному рівні. Є низка праць, де встановлюють індивідуальну резистентність до нестачі кисню [76, 96]. Також знайдено роботи, де висвітлюють різну теплову чутливість [98, 155], проте в цих джерелах не виявлено даних про різну теплочутливість у здорових молодих людей, а описано як змінюється сприйняття тепла у залежності від фізичного навантаження, при наявності супутніх захворювань, а також у людей похилого віку.

Відповідно до першого завдання дослідження, нами запропоновано чіткий та простий у застосуванні алгоритм оцінки теплової чутливості, який включає в себе опитувальник «Рівні теплочутливості», теплову пробу та математичний аналіз серцевого ритму.

Особи з нижчою теплочутливістю, за даними опитувальника, отримували від 0 до 6 балів, під час проведення теплової проби у них спостерігалось зниження або відсутність зміни частоти пульсу та рівня артеріального тиску після короткочасного впливу тепла, а в результаті математичного аналізу варіабельності серцевого ритму у них виявлено домінування впливу парасимпатичної нервової системи.

Обстежувані з вищою чутливістю до теплового фактора після опрацювання відповідей на запитання опитувальника отримували від 7 до 16 балів, під час теплової проби у них спостерігалось підвищення ЧСС та АТ після короткочасного впливу тепла, а математичний аналіз варіабельності серцевого ритму показав у них переважання тону симпатичної нервової системи.

Для встановлення швидкості проведення збудження по n. medianus в осіб із різною теплочутливістю проводили електронейрографічне дослідження.

Виявлено, що вихідне середнє значення швидкості поширення збудження по n. medianus в групі осіб із нижчою чутливістю до тепла було  $(56,8 \pm 2,08)$  м/с, а в обстежуваних із вищою –  $(57,8 \pm 1,7)$  м/с. Після дії теплового фактора швидкість поширення збудження в осіб із нижчою теплочутливістю зросла на 2 м/с, а в обстежуваних із вищою – на 2,5 м/с. Достовірної різниці між цими значеннями в осіб обох груп не виявлено.

Таким чином, нами встановлена тенденція до переважання швидкості поширення збудження серединним нервом у обстежуваних із вищою теплочутливістю, яка спостерігалась і після дії теплового фактора. Це потребує проведення додаткових досліджень задля встановлення індивідуальних особливостей у проведенні збудження, що виникає під впливом тепла.

Для оцінки діяльності автономної нервової системи і ступеня пристосування до змін навколишнього середовища проведено детальний аналіз варіабельності серцевого ритму [243, 298]. Серцевий ритм відображає



реакцію організму на різноманітні зовнішні та внутрішні впливи, а також функціональний стан усіх ланок регулювання життєдіяльності людини [28]. Дослідження варіабельності ритму серця проводиться не тільки задля оцінки стану автономної нервової системи, а також для моніторингу діяльності організму в цілому та його пристосувальних можливостей [310]. Автономна нервова система забезпечує підтримку гомеостазу, а також мобілізує в організмі людини достатній резервний потенціал задля адаптації до змін навколишнього середовища [221].

Математичний аналіз серцевого ритму має важливе прогностичне значення, відображаючи ступінь напруги регуляторних систем [28]. Варіабельність ритму серця також відображає стан серцево-судинної системи, яка є найважливішою для оптимальної терморегуляції людини [234].

Згідно зі стандартами аналізу варіабельності серцевого ритму [190], виділяють такі основні спектральні компоненти: загальна потужність спектра (TP), хвилі дуже низької частоти (VLF; від 0 Гц до 0,04 Гц), низької частоти (LF; 0,04–0,15 Гц) і хвилі високої частоти (HF; 0,15–0,4 Гц). Переважання VLF може свідчити про домінування впливу на організм надсегментарних відділів автономної нервової системи, ендокринних або гуморальних факторів, LF характеризує симпатичний тонус, а HF – парасимпатичний.

У багатьох дослідженнях наведені докази, що варіабельність серцевого ритму корелює з тепловим навантаженням. Зокрема, науковцями встановлено, що вищий тонус симпатичної нервової системи тоді, коли організм людини відчуває тепловий стрес, а не тепловий комфорт [338, 343]. Враховуючи вищевказане, не даремно більшість захворювань супроводжуються дисбалансом автономної нервової системи [170].

У результаті проведення статистичного аналізу вихідних даних варіабельності серцевого ритму виявлено більшу активність симпатичного відділу автономної нервової системи, а також вагомий вплив центральної регуляції на серцевий ритм у осіб із вищою теплочутливістю. Щодо класів

ритмограм, то переважають особи із 2 класом (62,5 %), у 21,4 % – 1 клас, у 10,7 % – 3 клас, і у 5,4 % – 4 клас ритмограм.

У обстежуваних із нижчою теплочутливістю у вихідному стані встановлено вищий тонус парасимпатичної нервової системи. У більшості осіб (65 %) виявлено 1 клас ритмограм, у 30 % – 2 клас, і у решти (5 %) – 3 клас.

Після проведення теплової проби в групі осіб із нижчою теплочутливістю зменшилася активність симпатичної нервової системи та збільшився тонус парасимпатичної. Короткочасний тепловий вплив сприяв збільшенню чисельності обстежуваних із 1 класом (65 %), незначному зменшенню кількості осіб із 2 класом ритмограм (25 %), а число людей із 3 класом не змінилося, а також не виявлено жодного обстежуваного із 4 класом.

А в групі з вищою чутливістю до теплового фактора після короткочасного впливу тепла зменшився вплив парасимпатичної нервової системи та підвищився – симпатичної. Щодо класів ритмограм, то збільшилася кількість осіб, віднесених до 2 класу, зменшилася кількості обстежуваних з 1 класом, дещо знизилася чисельність людей 3 класу і дещо підвищилася – 4 класу.

Переважання впливу парасимпатичної нервової системи на діяльність серця до та після теплової проби в осіб із нижчою теплочутливістю вказує на високий ступінь функціональних резервних можливостей у них та достатній адаптаційний потенціал і стресостійкість [237, 330]. Це притаманно для здорових осіб і свідчить про хорошу здатність організму реагувати на зовнішні впливи [310]. Також можна стверджувати, що ці особи відчують тепловий комфорт, так як досліджено, що при цьому підвищується варіабельність серцевого ритму та встановлюється переважання тону парасимпатичної нервової системи [252].

У групі осіб із вищою чутливістю до теплового фактора переважання активності симпатичної нервової системи свідчить про напруження

регуляторних систем, недостатній рівень функціональних резервних можливостей [3]. Ці особи є дезадаптованими в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища та мають більший ризик розвитку серцево-судинної захворюваності та смертності, так як встановлено, що при високій активності симпатичної нервової системи швидко вичерпується резервний потенціал системи кровообігу [317]. І так як знайдено дані, що тону́с симпатичної нервової системи збільшується під час теплового стресу [214], то відповідно можна стверджувати, що особи з вищою теплочутливістю щоденно знаходяться у стані теплового стресу.

У дослідженні функціонального стану серцево-судинної системи провідне місце займає такий метод, як реографія [75]. Він ґрунтується на вимірюванні зміни опору досліджуваної ділянки внаслідок різного пульсового кровонаповнення, зокрема при зменшенні кровонаповнення тканин він зростає, а при збільшенні – знижується [83]. Існують різні методики для дослідження кровотоку відповідної частини тіла, зокрема реовазографія для оцінки периферичного кровообігу кінцівок, реоенцефалографія – мозкового кровотоку, грудна реографія – центральної гемодинаміки тощо [140]. Реографічний метод обстеження ґрунтується на тому, що на тілі людини попередньо встановлюються відповідні електроди, з допомогою яких реєструється струм, що проходить через нього. Отримані коливання електричного опору записуються у вигляді кривої – реограми [269]. На реограмі виділяють систолічну частину, яка виникає у результаті артеріального притоку крові, та діастолічну частину, що пов'язана з венозним відтоком [78].

Наступним завданням нашого дослідження було оцінити особливості центральної гемодинаміки в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю, тому, враховуючи вищевказане, обрали такий метод, як грудна тетраполярна реографія, зокрема методика за Кубічком [102]. Показники центрального кровообігу характеризують насосну функцію серця, а також реактивну здатність серцево-судинної системи [102, 140, 271]. Аналізуючи дані

центральної гемодинаміки, як вже згадувалося вище, виділяють типи кровообігу: гіпокінетичний, еукінетичний, гіперкінетичний. Показник, згідно з яким проводять поділ – серцевий індекс (СІ), який визначається у результаті відношення хвилинного об'єму крові (ХОК) на площу поверхні тіла. Така класифікація є не досконалою і не зовсім точною, так як повністю стан судинної системи до уваги не береться [55]. Враховуючи це, запропонували використовувати для поділу, крім СІ, значення загального периферичного опору (ЗПО) [168].

У групі обстежуваних із вищою теплочутливістю, порівняно з нижчою, у вихідному стані виявлено переважання значення таких показників центральної гемодинаміки, як: ЧСС ( $p < 0,05$ ), ХОК ( $p < 0,05$ ), УІ ( $p < 0,05$ ), СІ ( $p < 0,05$ ), РЛШ ( $p < 0,05$ ), і менші значення ЗПО і ППО ( $p < 0,05$ ). А в осіб із нижчою чутливістю до теплового впливу у вихідному стані достовірно нижчі такі показники, як ЧСС, ХОК, УІ, СІ, РЛШ, та достовірно вищі – ЗПО і ППО. Це свідчить про інтенсивнішу і напруженішу роботу серцево-судинної системи в осіб із вищою теплочутливістю та про оптимальну діяльність системи кровообігу в осіб із нижчою.

Щодо типів кровообігу у вихідному стані, то в групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла у 29 осіб виявлено гіперкінетичний тип кровообігу, що складає 52 %, а у 27 – еукінетичний (48 %). Серед осіб із нижчою теплочутливістю у вихідному стані у 20 % випадків був гіпокінетичний тип кровообігу, у 77 % – еукінетичний, і лише у 3 % – гіперкінетичний тип.

Гіперкінетичний тип кровообігу, який переважає в осіб із вищою теплочутливістю, характеризується неекономною діяльністю серцево-судинної системи, високим тонусом симпатичної нервової системи, в результаті чого швидко вичерпуються резервні можливості та адаптаційний потенціал [91]. Тому можна стверджувати, що ці особи є дезадаптованими в умовах глобального потепління.

Гіпокінетичний тип кровообігу, який становить 20 % серед осіб із нижчою теплочутливістю, є найбільш економний, серцево-судинна система таких осіб працює стабільно, не витрачаючи функціональних адаптаційних резервів [48].

Еукінетичний тип кровообігу, який складає 48 % в групі з вищою теплочутливістю та більшість, 77 %, в групі з нижчою, займає проміжне положення серед усіх типів, є також досить оптимальним, система кровообігу таких осіб функціонує в неінтенсивному режимі, зберігаючи достатній функціональний резервний потенціал [28]. Тому група обстежуваних з нижчою теплочутливістю, де особи з гіпокінетичним та еукінетичним типом кровообігу, є найбільш адаптованою та стресостійкою в умовах зміни клімату.

Після короткочасного теплового впливу у групі осіб із вищою теплочутливістю виявлена тенденція до збільшення показників центральної гемодинаміки, а ЗПО та ППО дещо знизилися. У осіб із вищою теплочутливістю та еукінетичним типом кровообігу після впливу тепла достовірно збільшилися ЧСС і СІ ( $p < 0,05$ ) і незначно збільшилися УО, УІ, ХОК, РЛШ, ІРЛШ, ПЛШ та дещо зменшилися ЗПО і ППО. В осіб із вищою чутливістю до тепла та гіперкінетичним типом кровообігу після теплової проби виявлено зростання ЧСС та УІ ( $p < 0,05$ ) та незначне збільшення УО, СІ, ХОК, РЛШ, ІРЛШ, ПЛШ на фоні майже не змінних периферійного та питомого опору судин. Отримані дані свідчать про те, що гемодинаміка осіб із вищою теплочутливістю після короткочасного теплового впливу характеризується інтенсивнішою діяльністю, тому в цих осіб є велика ймовірність зриву адаптаційних механізмів при тривалому впливі глобального потепління [192].

У групі осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора після теплової проби встановлено тенденцію до зниження усіх показників центральної гемодинаміки, а загальний і питомий периферійні опори дещо зросли. У цій групі після теплового впливу спостерігається зростання кількості осіб із

гіпокінетичним типом кровообігу до 23,4 % (у вихідному стані було 20 %) внаслідок переходу від еукінетичного типу. Показники центральної гемодинаміки в обстежуваних із гіпокінетичним типом після короткочасного впливу тепла не зазнали суттєвих змін. Центральний кровообіг осіб із нижчою теплочутливістю та еукінетичним типом кровообігу після короткочасного впливу тепла характеризувався достовірним зниженням ЧСС ( $p < 0,05$ ) на фоні не значних змін інших показників. У одного обстежуваного із 3, що були у вихідному стані з гіперкінетичним типом кровообігу, після короткочасного впливу тепла гемодинаміка змінилася на еукінетичний тип. Таким чином, бачимо, що в обстежуваних із групи з нижчою теплочутливістю вплив тепла не викликав суттєвої зміни роботи серцево-судинної системи, вона продовжувала стабільно функціонувати в економному режимі, тобто її діяльність характеризується значним адаптаційним потенціалом [34].

Також в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю центральну гемодинаміку оцінювали за допомогою ехокардіографічного методу обстеження, адже протягом останніх десятиліть він є досить точним [227, 262, 339]. Особливо популярним він є серед клініцистів та практикуючих лікарів для швидкої, неінвазивної та точної оцінки діяльності серцево-судинної системи, визначення систолічної функції серця, моніторингу її динаміки, дослідження камер серця, визначення порушень внутрішньосерцевої гемодинаміки, стану магістральних судин тощо [156]. Існують такі типи ехокардіографічного методу обстеження: трансторакальна ехокардіографія, черезстравохідна ехокардіографія, ехокардіографія з контрастуванням, доплерівська ехокардіографія [157].

Нами знайдено співставлення результатів центральної гемодинаміки, отримані шляхом грудної реографії та ехокардіографії, у однакової групи обстежуваних, де вказується, що вони дещо відрізняються [135, 160, 213]. Тому, було вирішено оцінювати центральний кровообіг осіб із вищою та

нижчою чутливістю до впливу глобального потепління також і за допомогою ехокардіографії.

Ехокардіографічно встановлено, що в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно із нижчою, достовірно більші значення ЧСС, УО, ХОК і менші ЗПО. Науковцями доведено, що високі показники частоти серцевих скорочень, ударного об'єму та хвилинного об'єму крові свідчать про більшу інтенсивність, потужність та неекономність роботи серця в осіб із вищою чутливістю до тепла [222]. А в обстежуваних із нижчою теплочутливістю менші їх значення вказують на високу продуктивність і економність серцево-судинної діяльності. А ЗПО у осіб із вищою теплочутливістю компенсаторно знижується на фоні більшої роботи серця [303]. Також знайдено дані, що збільшення серцевого викиду та зростання частоти серцевих скорочень, що виявлено в осіб із вищою теплочутливістю, свідчить про тепловий стрес [234]. Іншими дослідниками доведено, що саме хвилі спеки впливають на підвищення частоти серцевих скорочень у людей, що найбільше сприйнятливі до їхнього впливу [139].

Наступним завданням нашого дослідження було оцінити зміни периферійної гемодинаміки в осіб із вищою та нижчою теплочутливістю. На сьогодні відома низка різних методик для оцінки периферійного кровообігу, проте реовазографія серед них займає провідне місце [257]. З її допомогою можна отримати інформацію про стан стінок судин, величину пульсового кровонаповнення, відносну швидкість кровотоку, взаємодію артеріального й венозного рівнів кровообігу [72]. Науковцями доказано, що периферійний кровообіг є індикатором сталості внутрішнього середовища організму людини, а зміна його показників може вказувати на різні порушення життєдіяльності органів та систем [195].

В осіб із вищою теплочутливістю, порівняно з нижчою, у вихідному стані встановлено переважання часу швидкого кровонаповнення і середньої швидкості повільного кровонаповнення ( $p < 0,05$ ). Час швидкого кровонаповнення відображає функціональний стан магістральних судин і

його значення узгоджується із встановленим зростанням ударного об'єму крові і посиленням серцевої діяльності. Переважання середньої швидкості повільного кровонаповнення в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно із нижчою, свідчить про більшу у них еластичність артерій середнього калібру.

Після короткочасного теплового впливу в осіб із вищою теплочутливістю встановлено збільшення амплітуди систолічної хвилі, що свідчить про зростання ударного об'єму крові і зниження тонузу магістральних судин, і відповідно посилення артеріального кровонаповнення обстежуваних ділянок верхніх кінцівок. При цьому також спостерігалось зменшення часу повільного кровонаповнення, що підтверджує нижчий тонус артерій середнього і дрібного калібру.

В осіб із нижчою теплочутливістю у вихідному стані встановлено менші час швидкого кровонаповнення ( $p < 0,05$ ) та середня швидкість повільного кровонаповнення ( $p < 0,05$ ). Це узгоджується із меншим ударним об'ємом крові, а також вказує на нижчу еластичність артерій середнього калібру. Короткочасний тепловий вплив не викликав суттєвої достовірної зміни периферійної гемодинаміки в обстежуваних із нижчою чутливістю до тепла, що свідчить про достатню стійкість системи кровообігу.

У осіб із вищою теплочутливістю та еукінетичним типом кровообігу після теплового впливу, порівняно із вихідними даними, вища середня швидкість повільного кровонаповнення, що вказує на більшу еластичність артерій середнього калібру, а нижчий показник амплітуди діастолічної хвилі – про швидший відтік крові з досліджуваних областей верхніх кінцівок. У обстежуваних із вищою чутливістю до тепла та гіперкінетичним типом кровообігу, після впливу тепла, порівняно із вихідними даними, встановлено менший час повільного кровонаповнення, що свідчить про зниження тонузу і зростання еластичності судин середнього і дрібного калібру, а також більший показник амплітуди систолічної хвилі, що вказує на посилене артеріальне кровонаповнення верхніх кінцівок.



У групі обстежуваних із нижчою теплочутливістю достовірної різниці між показниками периферійної гемодинаміки в осіб із гіпокінетичним та еукінетичним типом кровообігу після короткочасного теплового впливу, порівняно із вихідними даними, не встановлено.

Таким чином, в осіб із нижчою теплочутливістю периферійний кровообіг функціонує стабільно в економному режимі, а короткочасний тепловий вплив не викликає значних змін у його роботі, що свідчить про достатні адаптаційні можливості [49]. А в осіб із вищою чутливістю до тепла периферійна гемодинаміка функціонує у посиленому режимі, і короткочасний тепловий вплив збільшує інтенсивність її роботи, що свідчить про недостатність резервних можливостей і низьку резистентність до стресових впливів [192]. Науковці стверджують, що вплив глобального потепління, у поєднанні із забрудненням повітря твердими частинками, може змінювати судинний тонус, що виявлено в осіб із вищою теплочутливістю [232, 282].

П'ятим завданням нашого дослідження було оцінити функціональний стан серцево-судинної системи в осіб із вищою та нижчою чутливістю до теплового фактора. Існує низка досліджень, які показують, що зміни функціональних показників серцево-судинної системи є індикаторами адаптивних реакцій організму в цілому, показниками ризику розвитку різноманітних захворювань та ефективності взаємодії із навколишнім середовищем [27, 46].

Для оцінки резервних можливостей серцево-судинної системи та економності її діяльності проводили визначення індексу Робінсона [1]. Цей показник також характеризує систолічну роботу серця і є критерієм енергопотенціалу [43].

Після розрахунку індексу Робінсона в групах обстежуваних із нижчою та вищою теплочутливістю встановлено, що в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора середнє його значення становить  $(78,4 \pm 5,11)$  ум. од., і є достовірно меншим, ніж отриманий показник у групі з вищою

теплочутливістю, де він становить  $(95,6 \pm 4,92)$  ум. од ( $p < 0,05$ ). Тобто, особи з нижчою чутливістю до тепла мають вищий за середній рівень функціонального резерву серця, а обстежувані з вищою – нижчий за середній.

Згідно з даними літератури, менше значення індексу Робінсона, яке виявлено в групі з нижчою теплочутливістю, свідчить про більші резервні можливості системи кровообігу та економнішу її діяльність, кращу систолічну роботу серця, а також вищі аеробні можливості серцево-судинної системи [87]. Більший показник індексу Робінсона, який встановлено в групі з вищою чутливістю до тепла, показує напруження діяльності системи кровообігу у цих осіб, неекономність її роботи, а також свідчить про домінування впливу на організм симпатичної нервової системи та низькі аеробні можливості [9].

Рівень функціонально-резервних можливостей серцево-судинної системи здорових осіб із різною теплочутливістю в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища також досліджували за допомогою проби Руф'є [86]. Проба Руф'є – це методика дослідження працездатності серця та адаптаційних можливостей системи кровообігу [50].

У осіб із вищою чутливістю до тепла в результаті проведення проби Руф'є встановлено задовільний рівень функціонального резерву серця ( $(14,57 \pm 0,41)$  ум. од. у чоловіків і  $(14,95 \pm 0,65)$  ум. од. у жінок), що достовірно відрізняється від отриманого результату в групі з нижчою теплочутливістю, де встановлено середній рівень функціонального резерву серця ( $(9,72 \pm 0,52)$  ум. од. у чоловіків і  $(10,04 \pm 0,31)$  ум. од. у жінок) ( $p < 0,05$ ).

Таким чином, отримані результати проби Руф'є підтверджують, що в обстежуваних із вищою теплочутливістю менші резервні можливості серцево-судинної системи та гірша працездатність серця. А в осіб із нижчою чутливістю до тепла вищий функціональний резерв системи кровообігу,

тому, відповідно, кращий адаптаційний потенціал організму в умовах впливу різних факторів навколишнього середовища і фізичного навантаження [29].

Так як одним із негативних наслідків глобального потепління є зниженням вмісту кисню в повітрі [328], тому ми оцінювали стійкість осіб із вищою та нижчою теплочутливістю до гіпоксії, функцію кардіореспіраторної системи та рівень кисневого забезпечення організму в них, за допомогою проб Штанге та Генчі [86].

Після проведення цих проб встановлено, що в обстежуваних обох статей із вищою чутливістю до тепла достовірно нижчий час затримки дихання на вдиху ( $(48,43 \pm 3,31)$  с у чоловіків,  $(36,24 \pm 2,45)$  с у жінок) та видиху ( $(23,43 \pm 2,22)$  с у чоловіків,  $(16,72 \pm 1,67)$  с у жінок), порівняно з особами з нижчою теплочутливістю відповідно:  $(52,71 \pm 3,75)$  с у чоловіків,  $(41,58 \pm 1,84)$  с у жінок та  $(29,43 \pm 1,30)$  с у чоловіків,  $(21,52 \pm 2,91)$  с у жінок.

Менший час затримки дихання при виконанні проб Штанге та Генчі в осіб із вищою теплочутливістю свідчить про гіршу резистентність до нестачі кисню. Тому в цих обстежуваних в умовах глобального потепління, коли, як наслідок, виникає зменшення вмісту  $O_2$  в атмосферному повітрі, очевидно менш ефективно функціонує система тканинного дихання й енергетичного забезпечення клітин, що матиме негативний вплив на життєдіяльність організму [76].

У осіб із нижчою теплочутливістю встановлено більший час затримки дихання на вдиху та видиху, що вказує на краще кисневе забезпечення організму у них, більшу стійкість до гіпоксії, та, відповідно, добру функцію кардіореспіраторної системи. Згідно з даними літературних джерел, краще аеробне забезпечення організму зменшує його чутливість до гіпоксії [307], що підтверджується в осіб із нижчою чутливістю до тепла. Також науковці стверджують, що життєдіяльність і пристосувальні можливості організму в умовах зміни навколишнього середовища залежать від акумуляції і мобілізації кисню, тобто його кисневого забезпечення [63], тому можна

стверджувати, що особи із нижчою теплочутливістю мають більший адаптаційний потенціал.

Задля оцінки засвоєння кисню організмом осіб із вищою та нижчою теплочутливістю, ступеня аеробної продуктивності та функціональних можливостей серцево-судинної системи проводили визначення максимального споживання кисню (МСК, мл/(кг·хв)) [112]. Цей показник відображає граничну кількість кисню, яка може бути використана організмом людини за одиницю часу і є інтегральним показником резервних можливостей кардіореспіраторної системи [81]. Аеробна продуктивність відображає функціонування багатьох органів і систем, а також взаємодію між ними [82]. Встановлено, що працездатність людини з високим рівнем МСК є більш продуктивною, тривалою, менш енергозатратною, ніж при низьких його показниках, а також такі люди мають кращу витривалість [70]. Життєдіяльність і пристосувальні можливості організму в умовах зміни навколишнього середовища залежать від акумуляції і мобілізації кисню, тобто величини максимального споживання кисню, задля забезпечення його фізіологічних функцій [63].

Визначення показника максимального споживання кисню у групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла показало, що середнє його значення становить  $(38,05 \pm 3,17)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(34,22 \pm 2,23)$  мл/(кг·хв) у жінок, що є достовірно нижчим значенням, порівняно із групою осіб із нижчою теплочутливістю, де цей показник становив  $(47,07 \pm 5,12)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(41,38 \pm 1,42)$  мл/(кг·хв) у жінок ( $p < 0,05$ ).

Таким чином, встановлено, що в осіб із вищою чутливістю до тепла нижча здатність їхнього організму до засвоєння кисню, тобто менша аеробна продуктивність та функціональні можливості системи кровообігу. Науковці стверджують, що особи із низьким рівнем МСК мають гіршу працездатність, витривалість, і функціонування їхнього організму є більш енергозатратним, ніж при високих його показниках [70]. Тому, можна стверджувати, що

обстежувані з вищою чутливістю до тепла мають меншу стресостійкість в умовах глобального потепління. Також відомо, що від аеробної продуктивності залежать адаптивні можливості організму людини [307], тому ці особи також мають менші пристосувальні можливості.

Також оцінювали кардіореспіраторну працездатність ( $VO_2 \max$ , мл/(кг·хв)) осіб із вищою та нижчою теплочутливістю за допомогою отриманих нами результатів тесту Руф'є [180]. Доведено, що теплові хвилі в умовах глобального потепління обмежують зберігання кисню та АТФ на клітинному рівні, що, у свою чергу, погіршує кардіореспіраторну працездатність [177].

Встановлено, що у чоловіків з вищою теплочутливістю середнє значення  $VO_2 \max$  сягає  $(39,1 \pm 2,19)$  мл/(кг·хв), а з нижчою чутливістю –  $(46,7 \pm 3,84)$  мл/(кг·хв) ( $p < 0,05$ ). У жінок із групи з вищою теплочутливістю цей показник становить  $(33,2 \pm 1,95)$  мл/(кг·хв), що достовірно відрізняється від отриманого результату в цієї статі у групі з нижчою чутливістю до тепла –  $(40,8 \pm 3,15)$  мл/(кг·хв).

Бачимо, що в чоловіків та жінок із вищою теплочутливістю кардіореспіраторна працездатність є нижчою. А так як рівень функціонування серцево-судинної системи визначає стійкість до теплового стресу [207], це є несприятливою прогностичною ознакою для цих осіб і свідчить про погану переносимість підвищення температури навколишнього середовища. Також погана кардіореспіраторна працездатність свідчить про низькі резервні можливості серцево-судинної та дихальної систем [81].

У осіб обох статей із нижчою чутливістю до тепла показник кардіореспіраторної працездатності є добрим. Знайдено дані, що це допомагає людині легше переносити спекотну погоду, так як при цьому зростає серцево-дихальний потенціал і, відповідно, покращуються резервні можливості серцево-судинної і дихальної систем [167, 174]. Тому організм обстежуваних із нижчою чутливістю до тепла характеризується кращою переносимістю впливу глобального потепління.

Наступним нашим завданням було вивчити адаптаційні можливості організму молодих осіб із вищою та нижчою теплочутливістю. Для оцінки пристосувальних можливостей використовували визначення адаптаційного потенціалу системи кровообігу [8], як досить доступний та інформативний метод.

У групі осіб із нижчою теплочутливістю встановлено менше середнє значення адаптаційного потенціалу ( $(1,93 \pm 0,23)$  ум. од.), порівняно з групою обстежуваних із вищою чутливістю до тепла ( $(2,69 \pm 0,19)$  ум. од.). Отримані дані показують, що в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора – задовільний адаптаційний потенціал, а в обстежуваних із вищою – спостерігається напруження механізмів адаптації, тобто пристосувальна діяльність їх організму здійснюється на межі можливостей і є ризик зриву адаптаційних процесів.

Науковці стверджують, що процес адаптації повинен стати невід’ємною відповіддю організму людини на неминучі наслідки зміни клімату [5]. У результаті недостатнього пристосувального потенціалу дуже швидко виснажуються функціональні можливості організму [6]. Тому зрозуміло, що особи з вищою теплочутливістю, на відміну від нижчої, володіють нижчою адаптованістю до умов глобального потепління і тривале підвищення середньорічної температури навколишнього середовища може спричиняти розлади функціонування їхнього організму та проблеми зі здоров’ям.

Стресостійкість системи кровообігу осіб із вищою та нижчою теплочутливістю оцінювали за допомогою визначення показника реакції серцево-судинної системи (ПРС) на психоемоційний стрес [10]. Стресостійкість нерозривно пов’язана із вразливістю та вкрай необхідна в умовах глобального потепління [220].

Встановлено, що ПРС у групі осіб із нижчою теплочутливістю має менше середнє значення ( $(1,09 \pm 0,12)$  ум. од.), порівняно з представниками з вищою теплочутливістю ( $(1,42 \pm 0,14)$  ум. од.) ( $p < 0,05$ ).

Отримані результати свідчать, що стресостійкість системи кровообігу обстежуваних із вищою чутливістю до тепла є нижчою. А як відомо, стресостійкість – це комплексна властивість, що характеризується певним рівнем адаптації до екстремальних умов та зумовлена активацією наявних ресурсів організму [61]. Тому в умовах глобального потепління, коли організм людини щоденно піддається впливу несприятливих факторів довкілля, особи з вищою теплочутливістю є надзвичайно вразливими і підвищення їх стресостійкості є необхідною умовою в подоланні негативних наслідків дії кліматичних умов сьогодення. А в осіб із нижчою теплочутливістю стресостійкість є високою, тому їхній організм має достатню можливість чинити опір негативним впливам навколишнього середовища.

Враховуючи отримані результати нашого дослідження, зрозуміло, що важливо своєчасно виявляти осіб із вищою чутливістю до підвищеної температури навколишнього середовища та проводити активний моніторинг стану їхнього здоров'я, підвищувати їхній адаптаційний потенціал та стресостійкість системи кровообігу [281, 312]. На сьогодні одним із поширених та досить точних методів прогнозування виникнення будь-якого порушення функціонального стану, що може використовуватися в якості первинної профілактики і полегшити роботу практикуючих лікарів, є багатофакторний регресійний аналіз [258]. З його допомогою також можна прогнозувати індивідуальну реакцію організму людини на теплові зміни середовища, чого не знайдено у доступних літературних джерелах.

Нами була отримана математична модель прогнозування рівня теплочутливості, яка підтвердила, що насамперед для визначення теплової чутливості необхідно протестувати обстежуваних згідно з опитувальником «Рівні теплочутливості», пізніше проводити теплову пробу, зокрема вагомим діагностичним критерієм тут є частота серцевих скорочень до та після теплового впливу, і завершальним етапом, задля підтвердження вищої та нижчої теплочутливості, є оцінка тонуусу автономної нервової системи за

допомогою математичного аналізу серцевого ритму, де важливими є потужність спектру високочастотного та низькочастотного компонентів варіабельності у % від загальної потужності коливань.

Ця прогностична модель враховує найбільш значущі фактори, які впливають на визначення вищої та нижчої чутливості до тепла (Q1-Q6, %LF2, %HF1, %HF2, HR1, HR2), тому використання її дозволить вчасно виявляти осіб, особливо сприйнятливих до дії підвищеної температури навколишнього середовища, та попереджати розвиток у них потенційних негативно наслідків цього впливу. Це може стати одним із етапів первинної профілактики серцево-судинних захворювань в майбутньому, зменшивши, відповідно, захворюваність та смертність від хвороб системи кровообігу. Базуючись на отриманих результатах, в подальшому можливо використовувати цю прогностичну модель для розробки діагностичної системи встановлення рівня теплочутливості.

І ще одним завданням нашого дослідження було оцінити вплив на функціональний стан серцево-судинної системи осіб із вищою теплочутливістю рослинних адаптогенів. Адже у літературних джерелах знайдено, що для підвищення резистентності організму людини до дії несприятливих факторів навколишнього середовища використовуються такі засоби, як адаптогени [93]. При цьому доведено, що рослинні препарати цієї групи мають перевагу над синтетичними, так як вони добре переносяться організмом і не викликають негативних ефектів [94].

30-ти денний прийом рослинного адаптогену «Вікторін», складовими якого є родіоли рожевої корінь сухий мелений та женьшеню корінь сухий мелений, в осіб із вищою чутливістю до тепла покращив самопочуття, сон, зникли головні болі, запаморочення, зменшив чутливість до підвищеної температури навколишнього середовища.

Аналіз даних індексу Робінсона на 1-й, 15-й та 30-й день дослідження показав тенденцію до зменшення цього показника, зокрема його середнє значення в кінці місяця було на 10 ум. од. (10,1 %) менше, порівняно із 1-им



днем. Тобто у обстежуваних після прийому «Вікторіну» встановлено тенденцію до збільшення резервних можливостей серцево-судинної системи і економнішу її діяльність, порівняно із вихідними даними, коли значення ІР вказувало на напруження діяльності серця, неекономність його роботи [9, 87].

Середнє значення показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес у осіб із вищою теплочутливістю на 30-й день зменшилось на 0,147 ум. од. (11 %) ( $p < 0,05$ ). Відповідно можна стверджувати, що стресостійкість системи кровообігу обстежуваних із вищою чутливістю до теплового фактора після прийому препарату «Вікторін» достовірно збільшилася, тобто організм цих осіб став більше захищений від негативних наслідків дії кліматичних умов сьогодення [61].

У результаті аналізу індексу Кердо протягом 30-ти денного прийому харчової добавки «Вікторіну» встановлено, у всіх обстежуваних на початку дослідження було значне переважання тонуру симпатичної нервової системи, а в кінці місяця виявлено тенденцію до зменшення її активності. А як відомо, переважання активності симпатичної системи призводить до збільшеної енергетичної потреби організму людини, і в кінцевому етапі, до розвитку різних патологічних станів та захворювань, в тому числі і серцево-судинних [315]. Зменшення ж її тонуру у бік автономної рівноваги та переваги впливу парасимпатичної нервової системи підтримує сталість внутрішнього середовища, а також забезпечує мобілізацію достатнього резервного потенціалу задля адаптації до кліматичних змін [198].

Результати визначення адаптаційного потенціалу показують, що в осіб із вищою теплочутливістю на 1-й день дослідження пристосувальна діяльність здійснювалася на межі можливостей, було напруження механізмів адаптації. А на 30-й день встановлено, що АП на 9,3 % менше, порівняно із вихідними показниками ( $p < 0,05$ ), що свідчить про задовільні адаптаційні можливості.

У літературних джерелах є дані про те, що комплексна дія складових рослинного адаптогену «Вікторін» (женьшеню та родіоли рожевої) спрямована на стабілізацію функціонального стану нервової системи, підвищення опірності організму до екологічного стресу, нормалізацію роботи серця, судинної функції [77], що узгоджується з результатами нашого дослідження. Можна стверджувати, що рослинні адаптогени в осіб із вищою теплочутливістю покращують їхню стійкість в умовах глобального потепління, підвищуючи резервні можливості серцево-судинної системи, стресостійкість, адаптаційний потенціал та нормалізуючи тонус автономної

## ВИСНОВКИ

У дисертації висвітлено нове теоретичне та практичне узагальнення та вирішення наукового завдання щодо встановлення та оцінки автономної регуляції діяльності серця, особливостей центральної та периферійної гемодинаміки, резервних можливостей і економності діяльності системи кровообігу, адаптаційного потенціалу та стресостійкості серцево-судинної системи молодих осіб 17-20 років із вищою та нижчою теплочутливістю, а також проведено математичне прогнозування для встановлення рівня теплової чутливості та досліджено вплив на переносимість підвищеної температури рослинних адаптогенів.

1. Молоді люди віком 17-20 років відрізняються за своєю чутливістю до впливу підвищеної температури навколишнього середовища. Із 150 обстежуваних, 94 (63 %) віднесли до групи з нижчою чутливістю до тепла, а 56 (37 %) – із вищою. За швидкістю проведення збудження серединним нервом вони не відрізнялися.

2. В осіб із нижчою теплочутливістю, у вихідному стані, переважав вплив парасимпатичної нервової системи у регуляції серця, який після короткочасного теплового впливу зростав. В обстежуваних із вищою чутливістю до теплового фактора виявлено більшу активність симпатичної нервової системи, що після короткочасного впливу тепла посилювалася.

3. В обстежуваних із вищою теплочутливістю, порівняно з нижчою, показники центральної гемодинаміки у вихідному стані переважають, а загальний і питомих периферійні опори були меншими ( $p < 0,05$ ). Це свідчить про інтенсивнішу роботу серця в осіб із вищою теплочутливістю. Серед осіб із нижчою теплочутливістю у вихідному стані у 20 % випадків був гіпокінетичний тип кровообігу, у 77 % – еукінетичний, і лише у 3 % – гіперкінетичний тип. У групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла у

52 % осіб виявлено гіперкінетичний тип кровообігу, а у 48 % – еукінетичний. Після короткочасного теплового впливу в обстежуваних із вищою чутливістю до тепла діяльність серця посилилась, а в осіб із нижчою – стабільно функціонувала.

4. У вихідному стані в осіб із вищою теплочутливістю, порівняно з нижчою, достовірно переважав час швидкого кровонаповнення ( $(0,053 \pm 0,08)$  с у обстежуваних із вищою та  $(0,041 \pm 0,04)$  с – із нижчою) і середня швидкість повільного кровонаповнення ( $(0,527 \pm 0,21)$  Ом/с у осіб із вищою та  $(0,503 \pm 0,34)$  Ом/с – з нижчою). Після короткочасного теплового впливу в осіб із вищою теплочутливістю достовірно збільшувалась амплітуда систолічної хвилі (вихідне значення –  $(1,135 \pm 0,05)$  Ом, а після теплової проби –  $(1,151 \pm 0,02)$  Ом) та зменшувався час повільного кровонаповнення (вихідне значення –  $(0,065 \pm 0,02)$  с, а після теплової проби –  $(0,053 \pm 0,01)$  с) ( $p < 0,05$ ). У групі з нижчою теплочутливістю тепловий вплив не викликав суттєвої зміни периферійної гемодинаміки, що свідчить про достатню стійкість функціонування системи кровообігу.

5. Час затримки дихання на вдиху ( $(48,43 \pm 3,31)$  с у чоловіків,  $(36,24 \pm 2,45)$  с у жінок) та видиху ( $(23,43 \pm 2,22)$  с у чоловіків,  $(16,72 \pm 1,67)$  с у жінок) в осіб із вищою чутливістю до тепла був меншим, порівняно з обстежуваними з нижчою теплочутливістю відповідно ( $(52,71 \pm 3,75)$  с у чоловіків,  $(41,58 \pm 1,84)$  с у жінок) та ( $(29,43 \pm 1,30)$  с у чоловіків,  $(21,52 \pm 2,91)$  с у жінок) ( $p < 0,05$ ). Також у групі осіб із вищою чутливістю до тепла був достовірно менший показник максимального споживання кисню ( $(38,05 \pm 3,17)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(34,22 \pm 2,23)$  мл/(кг·хв) у жінок) та показник кардіореспіраторної працездатності ( $(39,1 \pm 2,19)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(33,2 \pm 1,95)$  мл/(кг·хв) у жінок), порівняно з обстежуваними з нижчою теплочутливістю відповідно ( $(47,07 \pm 5,12)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(41,38 \pm 1,42)$  мл/(кг·хв) у жінок) та ( $(46,7 \pm 3,84)$  мл/(кг·хв) у чоловіків та  $(40,8 \pm 3,15)$  мл/(кг·хв) у жінок).

6. У групі з вищою теплочутливістю встановлено більше значення індексу Робінсона, порівняно з нижчою ( $p < 0,05$ ), що вказує на менші функціональні резерви у діяльності серця. Проба Руф'є показала, що в обстежуваних із вищою теплочутливістю, порівняно з нижчою, менші резервні можливості серцево-судинної системи. В осіб із вищою теплочутливістю спостерігалось переважання напруження механізмів адаптації ( $p < 0,05$ ), а обстежувані з нижчою чутливістю до тепла мали задовільний адаптаційний потенціал. Стресостійкість системи кровообігу осіб із вищою чутливістю до тепла, порівняно з нижчою, була меншою ( $p < 0,05$ ).

7. Математична модель прогнозування рівня теплочутливості показала, що найбільш значущими факторами є: Q1-6 – запитання опитувальника «Рівні теплочутливості» 1-6; %LF2 – відносне значення потужності хвиль низької частоти у % у серцевому ритмі після теплової проби; %HF1 – потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань до теплової проби; %HF2 – потужність спектру високочастотного компонента варіабельності у % від загальної потужності коливань після теплової проби; HR1 – частота серцевих скорочень, уд./хв., до теплової проби; HR2 – частота серцевих скорочень, уд./хв., після теплової проби.

8. Після 30-ти денного прийому особами із вищою теплочутливістю рослинного адаптогену на основі женьшеню та родіюли рожевої встановлено суб'єктивне покращення самопочуття. Також виявлено тенденцію до збільшення резервних можливостей серцево-судинної системи і економнішу її діяльність. Стресостійкість системи кровообігу достовірно збільшилася. Тонус симпатичної нервової системи зменшився, а адаптаційний потенціал зріс.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апанасенко ГЛ, Попова ЛА, Магльований АВ. Санологія (медичні аспекти валеології). Л.: ПП “Кварт”; 2011. с. 303.
2. Арансов МВ, Португалов СМ. Спортивне харчування: стан питання і актуальні проблеми. Вісник спортивної науки. 2011;1:33-7.
3. Бабунц ІВ, Міраджанян ЕМ, Машаех ЮА. Азбука аналізу варіабельності серцевого ритму [Інтернет]. 2011 [цитовано 2022 Груд. 12]. Доступно на: [www.medbib.in.ua](http://www.medbib.in.ua)
4. Балабух ВО. Поточна та очікувана зміна клімату, її впливи та наслідки на території України, Закарпаття та Рахівського району. Резюме/Проект LOCCLIM-АСТ: Місцеві дії щодо впливу кліматичних змін. 2013. с. 5.
5. Басок Бі, Базєєв ЄТ. Глобальне потепління: проблеми, дискусії та прогнози. Світогляд. 2020;6(86):12-23.
6. Батарчук ОП. Функціональні резерви організму як показник здоров'я. В: Матеріали V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Біологічні дослідження – 2014. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2014. с. 448-452.
7. Березовський В, Літовка І. Сучасний стан проблеми кисневої недостатності: саногенна і патогенна дія гіпоксії. Медичні науки. 2017;XLIX:94-109.
8. Біла А, Бондаренко І, Бондаренко О, Головаченко І. Взаємозв'язок адаптаційного потенціалу з показниками статодинамічної стійкості студентів під впливом фізичного навантаження. КПНУ ФВСіЗЛ [інтернет]. 06, Вересень 2023 [цит. за 10, Вересень 2023];(28(2):82-91. Доступно на: <http://visnyk-sport.kpnu.edu.ua/article/view/286941>
9. Богдан НВ. Про інформативність деяких методичних підходів до оцінки адаптивних можливостей серцево судинної системи організму дітей

шкільного віку. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2002;31:249-55.

10. Богдановська НВ, Маліков МВ, Кальонова ІВ. Діагностика і моніторинг стану здоров'я. Запоріжжя: ЗНУ; 2015. с. 264.

11. В Україні через війну кількість викидів вуглецю зросла на чверть [Інтернет]. 2022 [цитовано 2023 Лип. 26]. Доступно на: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/v-ukraini-cherez-vijnu-kilkist-vikidiv-vuglecju-zrosla-na-chvert/>

12. Вадзюк СН, Гук ВО, Табас ПС. Функціональні можливості серцево-судинної системи та стресостійкість осіб із різною теплочутливістю. Фізіологічний журнал. 2023;69(3):24-30. DOI: 10.15407/fz69.03.024.

13. Вадзюк СН, Гук ВО. Особливості системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини, 2023;1:44-52. DOI: 10.11603/1811-2471.2023.v.i1.13719

14. Вадзюк СН, Гук ВО. Оцінка індивідуальної чутливості до тепла з допомогою опитувальника «Рівні теплочутливості». В: Матеріали пленуму Українського наукового товариства патофізіологів. Особливості науково-педагогічного процесу в період пандемії COVID-19; 2022 Вер 15–17; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2022. с. 15-6.

15. Вадзюк СН, Гук ВО. Оцінка центральної гемодинаміки за допомогою ехокардіографічного методу обстеження в осіб із різною теплочутливістю. В: Матеріали підсумкової LXVI науково-практичної конференції. Здобутки клінічної та експериментальної медицини; 2023 Черв 16-17; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2023. с. 120-1.

16. Вадзюк СН, Гук ВО. Серцево-судинна захворюваність в Україні в умовах глобального потепління. В: Матеріали XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченій 25-річчю Всеукраїнської екологічної ліги, за редакцією проф. Вадзюка С. Н. Довкілля і здоров'я; 2022 Квіт 21-23; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2022. с. 4-6.

17. Вадзюк СН, Гук ВО. Серцево-судинні захворювання в Україні в умовах глобального потепління. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2023;1:32–9. DOI: 10.11603/1681-2786.2023.1.13859

18. Вадзюк СН, Гук ВО. Стан периферичного кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Довкілля і здоров'я; 2021 Квіт 22-24; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 3-4.

19. Вадзюк СН, Гук ВО. Функціонування серцево-судинної системи в осіб із різною теплочутливістю в умовах глобального потепління. В: Матеріали міжнародної науково – практичної конференції. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу; 2023 Трав 25; Київ. НУБіП України; 2023. с. 41-4.

20. Вадзюк СН, Гук ВО. Швидкість проведення збудження по п. medianus в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали підсумкової LXV науково-практичної конференції. Здобутки клінічної та експериментальної медицини; 2022 Черв 9; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2022. с. 88-9.

21. Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО, Дживак ВГ. Авторське право на літературно-письмовий твір наукового характеру №119974 від 22 червня 2023 року «Методика для встановлення індивідуальної теплочутливості шляхом впливу теплового фактору на організм людини». UANIPIO Special Informational System. Бюл. №76. Доступно на: <https://sis.ukrpatent.org/en/search/detail/1751954/>

22. Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО. Авторське право на літературно-письмовий твір наукового характеру №115529 від 1 листопада 2022 року «Опитувальник «Рівні теплочутливості». UANIPIO Special Informational System. Бюл. №74. Доступно на: <https://sis.ukrpatent.org/en/search/detail/1730421/>



23. Вадзюк СН, Папінко ІЯ. Особливості функціонального стану серцево-судинної системи в молодих здорових людей при різних типах погоди. Вісник наукових досліджень. 2000;4:22-4.
24. Вадзюк СН, Папінко ІЯ. Центральна гемодинаміка при різних типах погоди за умов орто-кліностатичного навантаження. Фізіологічний журнал. 2000;46(5):52-5.
25. Верховна Рада України. Закон. Рада. [Інтернет]. 2019 [цитовано 2022 Лип. 28]. Доступно на: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2998-12#Text>
26. Волков МА. Фізіологічні особливості реакції серцево-судинної системи у дітей шкільного віку на фізичне навантаження. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2013;1(4):149-57.
27. Волошин ОС, Гуменюк ГБ. Оцінка стану соматичного здоров'я осіб юнацького віку з різним рівнем функціонального резерву серця. ВІД. 2019;1(94):28-32.
28. Гончаренко МС, Чикало ТМ. Дослідження адаптаційних можливостей та фрактальних характеристик кардіоритму студентів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна з різними типами кровообігу. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: біологія. 2011. с. 170-175.
29. Григус І, Старіков В, Євтух М. Оцінювання функціональних резервних можливостей організму та покращення фізичної працездатності студентів. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць./гол. ред. В. М. Костюкевич(1). 2016. с. 51-56.
30. Гук ВО, Харковська ТВ. Особливості автономної регуляції в осіб з різним рівнем теплочутливості. В: Матеріали XXV міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2021 Квіт 12-14; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 278.
31. Гук ВО. Адаптаційний потенціал та стресостійкість системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали 83-го всеукраїнського наукового медичного конгресу студентів та молодих вчених.

Медицина XXI сторіччя; 2021 Лист 18-19; Лиман. Краматорськ: ТОВ «Краматорський друкарський дім», 2021. с. 45.

32. Гук ВО. Особливості центральної гемодинаміки в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали 91-ї науково-практичної конференції студентів та молодих вчених із міжнародною участю. Інновації в медицині та фармації; 2022 Бер 24-26; Івано-Франківськ; 2022. с. 111.

33. Гук ВО. Стійкість до гіпоксії, витривалість та переносимість фізичних навантажень в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXVI міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2022 Квіт 13-15; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2022. с. 190.

34. Гундаров ІА, Константинов ЕН, Брітов ОМ, Деєв АД. Діагностичні критерії варіантів центральної гемодинаміки у нормі та в осіб з підвищеним артеріальним тиском. Бюл. всесоюз. кардіолог. наук. центру. 1983;2:13-8.

35. До 2100 року від теплового стресу будуть страждати 1,2 мільярда осіб щороку [Інтернет]. 2020 [цитовано 2023 Черв. 16]. Доступно на: [https://zn.ua/ukr/TECHNOLOGIES/do-2100-roku-vid-teplovogo-stresu-budut-strazhdati-1-2-milyarda-osib-schoroku-341543\\_.html](https://zn.ua/ukr/TECHNOLOGIES/do-2100-roku-vid-teplovogo-stresu-budut-strazhdati-1-2-milyarda-osib-schoroku-341543_.html)

36. Діабет, інсульти, психічні захворювання: як на людину впливає глобальне потепління [Інтернет]. 2018 [цитовано 2022 Вер. 19]. Доступно на: <https://acc.cv.ua/news/world/diabet-insulti-psihichni-zahvoryuvannya-yak-na-lyudinu-vplivae-globalne-poteplinnya-37153>

37. Дідух Я. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. Вісник НАН України. 2009;2:34-44.

38. Дячук ДД, Мороз ГЗ, Гідзинська ІМ, Кравченко АМ, Ласиця ТС, Дзізінська ОО. Профілактика серцево-судинних захворювань: теоретичні засади та практичне впровадження. Київ; 2019. с. 178.

39. Єрмолаєва ТВ, Коротун ТВ. Реалізація Україною міжнародних зобов'язань у сфері запобігання зміні клімат. Молодий вчений. 2018;10(62):236-40.

40. Зміни клімату можуть спричинити більше смертей, ніж коронавірус [Інтернет]. 2020 Серп. 9 [цитовано 2022 Жовт. 10]. Доступно на: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3078267-zmini-klimatu-mozut-spriciniti-bilse-smertej-niz-koronavirus-bill-gejts.html>
41. Зозуля ІС, Зозуля АІ. Епідеміологія цереброваскулярних захворювань в Україні. Укр. мед. часопис. 2011;5(85):38–41.
42. Іванов СВ, Шупенько ММ, Король ВМ. Кореляція між центральною й периферичною гемодинамікою у хворих на алергодерматози. Внутрішня медицина. 2009;3:42-9.
43. Капіщева ОП, Мулик ВВ. Теоретичні основи оцінки адаптаційних можливостей організму людини. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2010;4:39–40.
44. Кіотський протокол до Рамкової конвенції ООН «Про зміну клімату» від 11.12.1992 р. [Інтернет]. 1992 [цитовано 2021 Серп. 21]. Доступно на: [http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_801](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801).
45. Корнацький ВМ. Проблеми здоров'я суспільства та продовження життя. К. : ТОВ “Ферзь-ТА”; 2006. с. 136.
46. Коцур НІ, Товкун ЛП. Оцінка функціональних резервів серцево-судинної системи у професійній діяльності вчителя фізичної культури. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. 2023;4 (163):108-13.
47. Кривенко ВІ, Колесник МЮ, Качан ІС, Бородавко ОІ, Пахомова СП, Федорова ОП, та ін. Інструментальна діагностика в кардіології. Запоріжжя: ЗДМУ; 2020. с. 114.
48. Крючко ІО, Петросян ЛП, Стенцель ЙІ. Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи організму людини. В: Матеріали ХІХ міжнар. наук.-техн. конф. Технологія – 2016; 2016 квіт. 22-23; Сєверодонецьк. Сєверодонецьк: Східноукр. нац. унт ім. В. Даля; 2016. с. 97-102.
49. Лежньова ОВ. Взаємозв'язки показників центральної гемодинаміки з конституціональними особливостями у спортсменів

юнацького віку. Вісник морфології. 2012;18(1):143-6.

50. Леськів ІЯ. Адаптаційний потенціал та функціональні резерви кровообігу у студентів з різним видом та об'ємом рухової активності. Експерим. та клін. фізіол. і біохімія. 2019;3:77-83.

51. Маракушин ДІ, Чернобай ЛВ, Ісаєва ІМ, Кармазіна ІС, Ващук МА, Алексеєнко РВ, та ін. Функціональні резерви організму як показник ефективності регуляторних процесів, що забезпечують адаптацію організму до дії факторів навколишнього середовища. Укр. ж. мед. біол. спорту. 2020;5(1):21–9.

52. Мороз ВМ, Гунас ІВ, Сарафинюк ЛА. Вікові та статеві особливості показників центральної гемодинаміки у дівчат і хлопців юнацького віку Біомедична і біосоціальна антропологія. 2008;10:92–7.

53. Мороз ДМ. Психосоматичні аспекти серцево-судинних захворювань. Архів психіатрії. 2014;3:89-93.

54. Небезпека зміни клімату та 12 способів допомогти планеті вже сьогодні [Інтернет]. 2020 [цитовано 2022 Жовт. 14]. Доступно на: <https://suspilne.media/15964-nebezpeka-zmini-klimatu-ta-12-sposobiv-dopomogti-planeti-vze-sogodni/>

55. Немеш МІ. Особливості центральної гемодинаміки у осіб молодого віку залежно від компонентного складу тіла. Ужгород; 2021. с. 122.

56. Нечитайло ДЮ, Міхеєва ТМ, Ковтюк НІ. Особливості функціональних проб серцево-судинної системи у дітей з підвищеним рівнем артеріального тиску. Буковинський медичний вісник. 2019;23(4):92. DOI: 10.24061/2413-0737. XXIV.4.92.2019.94

57. Няньковський СЛ, Яцула МС, Сенкевич ОМ, Пасічнюк ІВ, Кулик ІВ. Медико-соціальні особливості стану здоров'я школярів м. Львова та Львівської області. ЛКВ. 2013;3(3):31–5.

58. Освіта [Інтернет]. 2012 [цитовано 2022 Лип. 28]. Доступно на: <https://osvita.ua/vnz/reports/sociology/29805/>

59. Паламарчук ОС. Взаємозв'язок між психофізіологічним статусом

студентів-медиків та функціональним станом автономної регуляції за даними варіабельності серцевого ритму. Проблеми клінічної педіатрії. 2019;2:66-73.

60. Паризька угода ООН від 12.12.2015 р. [Інтернет]. 2015 [цитовано 2021 Серп. 21]. Доступно на: [http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_161](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161)

61. Пасічніченко АВ. Стресостійкість як предмет наукового аналізу. В: Матеріали ХХХ Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції. Гуманітарний простір науки: досвід та перспективи [Інтернет]. 2021 Лютий 15 [цитовано 2022 Груд. 1]. с. 163-4. Доступно на: [http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/16724/1/Humanitarica\\_30\\_4.pdf](http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/16724/1/Humanitarica_30_4.pdf).

62. Півень СМ. Фізіологія обміну речовин і енергії. Терморегуляція. Суми: Сум. деж. ун-т, 2020; с. 84.

63. Піскун ПІ, Кіт ЮВ. Безпека життєдіяльності (Психофізіологічні аспекти). Львів: «Афіша»; 2000. с. 239.

64. Полька НС, Федоренко ВІ, Пластунов БА. Проблеми збереження довкілля і здоров'я нації у матеріалах XV з'їзду гігієністів України. Довкілля та здоров'я. 2013;2:68-80.

65. Поляченко ОС, Коваленко ММ, Куцяк ОА, Хруник ЮП. Аналіз інформативності діагностичних параметрів реографії. Вісник НТУУ КПІ. 2017;54(2):118-24.

66. Посудін Ю. Причини, наслідки та перспективи зростання середньої температури повітря у світі, в Україні та Києві. Енергетика і автоматика. 2014;3:124-33.

67. Приймак СГ. Спортивно-педагогічне удосконалення студентів: морфофункціональне забезпечення діяльності. Чернігів.: ПАТ «ПВК ДЕСНА»; 2018. с. 291.

68. Приходько М. Причини, наслідки і шляхи протидії зміні клімату. Наукові записки. 2014;1:35-43.

69. Прохоренко К. Теоретичні аспекти поняття «клімат» в еколого-правовому регулюванні. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2011;86:104-6.

70. Пятницька ДВ, Соколюк ОВ, Шестерова ЛЄ, Лученцова ІС. Динаміка рівня максимального споживання кисню у бігунів на середні дистанції в річному циклі підготовки. PCS [інтернет]. 22, Травень 2021 [цит. за 17, Вересень 2022];(5(136):94-8. Доступно на: <https://spppc.com.ua/index.php/journal/article/view/>

71. Рамкова конвенція ООН «Про зміну клімату» від 09.05.1992 р. [Інтернет]. 1992 [цитовано 2021 Серп. 21]. Доступно на: [http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_044](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044).

72. Рішко МВ, Лінчевська СО, Чендей ТВ. Синдромна діагностика серцево-судинних захворювань. Ужгород: Всеукраїнське державне видавництво "Карпати"; 2011. с. 215.

73. Руденко ОВ, Богута ЮГ, Мялюк ОП, Марущак МІ. Оцінка впливу клімату на здоров'я людини. Медсестринство. 2016;3:4-6.

74. Самокиш ІІ, Приймаков ОО. Розуміння сутності функціональних резервів організму людини фахівцями різних галузей науки. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2017;3(84):428-31.

75. Совин ЯР, Хома ВВ, Тишик ІЯ. Застосування засобів цифрового оброблення сигналів у сучасних реографічних комплексах. Видавництво Національного університету "Львівська політехніка"; 2009. с. 10.

76. Сосновський ВВ, Пастухова ВА. Адаптація організму людини до гіпоксії. Вісник Черкаського університету. 2017;1:97-106.

77. Удовенко МБ, Тарасенко ГВ, Нікітіна ОО. Маркетингові дослідження ринку лікарських засобів на основі природних адаптогенів. В: Попов АФ, ред. Збірник наукових праць Фізико-органічна хімія, фармакологія та фармацевтична технологія біологічно активних речовин. Київ: КНУТД. 2019;2(1):371-9.

78. Федів ВІ, Олар ОІ, Микитюк ОЮ, Боєчко ВФ, Паладюк ВВ. Медична та біологічна фізика: навч. посіб. Чернівці: БДМУ; 2016. Частина 1; 192 с.

79. Філімонов ВІ, Сухомлінова ІЄ, Тихоновська МА, Бессараб ГІ, Кірсанова ЕВ, Єршоміна АК. Терморегуляція. Запоріжжя; 2015. с. 74.
80. Фрост М. Людство втрачає розум: несподіваний наслідок глобального потепління [Інтернет]. 2020 Бер. 16 [цитовано 2022 Лист. 9]. Доступно на: <https://gk-press.if.ua/lyudstvo-vtrachaye-rozum-nespodivanyj-naslidok-globalnogo-poteplinnya/>
81. Фурман ЮМ, Мірошніченко ВМ, Драчук СП. Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів. Київ: НУФВСУ. Вид-во «Олімп. літ.»; 2013. с. 184.
82. Фурман ЮМ. Корекція аеробної та анаеробної лактатної продуктивності організму молоді біговими навантаженнями різного режиму [дисертація]. Київ; 2003. с. 257.
83. Хапіцька ОП, Іваниця АО, Стефаненко ІС, Сарафинюк ЛА, Мороз ВМ. Зміни реографічних показників гомілки у спортсменів різних видів спорту. Фізіологічний журнал. 2017;63(1):51-9.
84. Харковська ТВ, Гук ВО. Тривожність та стресостійкість в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXV міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2021 Квіт 12-14; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 288.
85. Ху Ж. Сутність та особливості поняття адаптація у науковій літературі. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки. 2013;3:265-74.
86. Черненко С, Гончаренко О, Марченко С. Інформативні показники функціональної та рухової підготовленості студентів вищих навчальних закладів. теор. метод. фіз. вихів. [Інтернет]. 2019 вер. 25 [цитовано 2022 вер. 11];19(3):107-15. Доступно на: <https://tmfv.com.ua/journal/article/view/1273>
87. Чиженок Т, Коваленко Ю. Визначення адаптаційних процесів під впливом занять фізичною культурою в учнів загальноосвітніх шкіл. Молода спортивна наука України. 2016;2:346-51.

88. Шевченко О, Власюк О, Ставчук І, Ваколюк М, Ілляш О, Рожкова А. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна [Інтернет]. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК); 2014 [цитовано 2022 Вер. 6]. Доступно на: [https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine\\_cc\\_vulnerability.pdf](https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf)
89. Шевченко ОВ. Проблема зміни клімату в контексті міжнародної безпеки. Актуальні проблеми міжнародних відносин. 2017;130:24-37.
90. Шевченко ОГ, Сніжко СІ, Кульбіда МІ. Клімат великого міста: формування та особливості прояву. В: Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. з питань запобігання зміни клімату. Клімат і місто (на прикладі м. Києва) [Інтернет]; 2013 Червень 5–6; Київ [цитовано 2022 Жовт 8]; с. 47–55.
91. Шінкарук-Диковицька ММ. Показники варіабельності серцевого ритму у практично здорових підлітків з різними типами гемодинаміки. Біомедична і біосоціальна антропологія. 2008;10:131-8.
92. Як війна наближає глобальне потепління та масове вимирання на Землі [Інтернет]. 2022 [цитовано 2022 Серп. 26]. Доступно на: <https://rubryka.com/article/war-and-climate-change/>
93. Яковлєва ЛВ, Міщенко ОЯ, Лар'яновська ЮБ. Експериментальне вивчення нових адаптогенних засобів. К.; 2009. с. 38.
94. Ялович В, Ялович А. Функціональні фармакологічні засоби відновлення в спорті. Луцьк: Вежа-Друк; 2020. с. 64.
95. Ялович ВТ, Ялович АВ. Теорія і методика відновлення працездатності. Луцьк: Вежа-Друк; 2017. с. 216.
96. Яценко КВ, Березовський ВЯ. Використання переривчастої нормобаричної гіпоксії у комплексному лікуванні дитячого церебрального паралічу. Міжнар. неврол. журн. 2012;1(47):20-7.
97. Achebak H, Devolder D, Ballester J. Trends in temperature-related age-specific and sex-specific mortality from cardiovascular diseases in Spain: a



national time-series analysis. *Lancet Planet Health*. 2019;3:e297–e306. DOI: 10.1016/S2542-5196(19)30090-7.

98. Adams JD, Ganio MS, Burchfield JM, Matthews AC, Werner RN, Chokbengboun AJ, et al. Effects of obesity on body temperature in otherwise-healthy females when controlling hydration and heat production during exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol*. 2015 Jan;115(1):167-76. DOI: 10.1007/s00421-014-3002-y.

99. Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia [Internet]. World Bank; 2009 [cited 2022 Oct 6]. p. 116. Available from: [https://lcipp.unfccc.int/node/288?gclid=EAIaIQobChMIqYiE9LKygQMV5JiDBx387wsvEAAYAiAAEgLm8PD\\_BwE](https://lcipp.unfccc.int/node/288?gclid=EAIaIQobChMIqYiE9LKygQMV5JiDBx387wsvEAAYAiAAEgLm8PD_BwE)

100. AghaKouchak A, Huning LS, Chiang F, Sadegh M, Vahedifard F, Mazdidasni O, et al. How do natural hazards cascade to cause disasters? *Nature*. 2018;561:458-60.

101. Alahmari KA, Rengaramanujam K, Reddy RS, Samuel PS, Kakaraparthi VN, Ahmad I, et al. Cardiorespiratory fitness as a correlate of cardiovascular, anthropometric, and physical risk factors: using the Ruffier test as a template. *Can Respir J*. 2020 Sep 8;2020:3407345. DOI: 10.1155/2020/3407345.

102. Albert NM. Bioimpedance cardiography measurements of cardiac output and other cardiovascular parameters. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2006; 18(2):195-202. DOI: 10.1016/j.ccell.2006.01.008.

103. Alessandrini E, Zauli Sajani S, Scotto F, Miglio R, Marchesi S, Lauriola P. Emergency ambulance dispatches and apparent temperature: a time series analysis in Emilia-Romagna, Italy. *Environ Res*. 2011;111:1192-200.

104. Alexeeff SE, Liao NS, Liu X, Van Den Eeden SK, Sidney S. Long-term PM<sub>2.5</sub> exposure and risks of ischemic heart disease and stroke events: review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(1):e016890-e016890.

105. Allen MR, Dube OP, Solecki W, Aragon-Durand F, Cramer W, Humphreys S, et al. *Fram. Context; IPCC: Geneva, Switzerland*. 2018. p. 49–91.

106. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of

disease [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016. [cited Nov 22]. Available from: <http://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>

107. An der Heiden M, Muthers S, Niemann H, Buchholz U, Grabenhenrich L, Matzarakis A. Schätzung hitzebedingter Todesfälle in Deutschland zwischen 2001 und 2015. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheits.* 2019;62:571–9.

108. Analitis A, Michelozzi P, D’Ippoliti D, De’Donato F, Menne B, Matthies F, et al. Effects of heat waves on mortality: effect modification and confounding by air pollutants. *Epidemiology.* 2014;25:15–22.

109. Aron EN, Aron A, Jagiellowicz J. Sensory processing sensitivity: a review in the light of the evolution of biological responsiveness. *Pers Soc Psychol Rev.* 2012;16(3): 262-82. DOI: 10.1177/1088868311434213

110. Arrhenius S. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *Phil Mag.* 1896. p. 41.

111. Asghari M, Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Arabalibeik H, Shamsipour A. The development of an empirical model for estimation of the sensitivity to heat stress in outdoor workers in risk. *Ann Med Health Sci Res.* 2017;7:77-84.

112. Astrand J. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physical Scand.* 1960;49(169):1-92.

113. Baccini M, Kosatsky T, Analitis A, Anderson HR, D’Ovidio M, Menne B, et al. Impact of heat on mortality in 15 European cities: attributable deaths under different weather scenarios. *J Epidemiol Community Health.* 2011;65:64–70.

114. Baklanov A, Molina LT, Gauss M. Megacities, air quality and climate. *Atmos Environ.* 2016;126:235–49. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2015.11.059.

115. Barnett TP, Pierce DW, Achutarao KM, Gleckler PJ, Santer BD, Gregory JM, et al. Penetration of human-induced warming into the world’s oceans. *Science.* 2005;309:284–7. DOI: 10.1126/science.1112418.

116. Basbaum AI, Bautista DM, Scherrer G, Julius D. Cellular and molecular mechanisms of pain. *Cell*. 2009;139:267-84. DOI: 10.1016/j.cell.2009.09.028
117. Basith S, Manavalan B, Shin TH, Park CB, Lee WS, Kim J, et al. The impact of fine particulate matter 2.5 on the cardiovascular system: a review of the invisible killer. *Nanomaterials*. 2022;12:2656. DOI: 10.3390/nano12152656
118. Bein T, Karagiannidis C, Quintel M. Climate change, global warming, and intensive care. *Intensive Care Med*. 2020;46:485–7. DOI: 10.1007/s00134-019-05888-4
119. Belsky J, Pluess M. Beyond diathesis stress: differential susceptibility to environmental influences. *Psychol Bull*. 2009;135(6):885-908.
120. Berrang-Ford L, Siders AR, Lesnikowski A, Fischer AP, Callaghan MW, Haddaway NR, et al. A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate change. *Nat Clim Chang*. 2021;11:989–1000. DOI: 10.1038/s41558-021-01170-y.
121. Bezruk T. Climate change, war and forest fires in eastern Ukraine [Internet]. Open Democracy; 2021 [cited 2022 Nov 18]. Available from: <https://www.opendemocracy.net/en/odr/luhansk-forest-fires-climate-change-war-muratove/>
122. Biesbroek GR, Termeer CJAM, Klostermann JEM, Kabat P. On the nature of barriers to climate change adaptation. *Reg Environ Change*. 2013;13(5):1119-29.
123. Bindi M, Brown S, Camilloni I, Diedhiou A, Djalante R, Ebi KL, et al. Impacts of 1.5 °C of global warming on natural and human systems [Internet]. IPCC: Geneva, Switzerland; 2018 [cited 2022 Dec 14]. Available from: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-3/>.
124. Blockchain TJ. An unorthodox solution to reduce global warming [Internet]. 2019 [cited 2021 Nov 13]. Available from: <https://ssrn.com/abstract=3475144>.
125. Boiko MO, Furman YuM, Onyshchuk VE, Havrylova NV,

Miroshnichenko VM. The influence of sports to the functional possibilities of the cardiovascular system of girls aged 17-21 of the Podilsky Region. RS Global – World Science [Internet]. 2020Sep.4 [cited 2022 Sep.17];(7(59). Available from: <https://rsglobal.pl/index.php/ws/article/view/>

126. Boogaard H, Walker K, Cohen AJ. Air pollution: the emergence of a major global health risk factor. *Int Health*. 2019;11:417–21.

127. Boulant JA. Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. *Clin Infect Dis*. 2000;31:S157.

128. Boyce WT, Ellis BJ. Biological sensitivity to context: I. An evolutionary-developmental theory of the origins and functions of stress reactivity. *Development and Psychopathology*. 2005;17(2):271-301.

129. Brandow AM, Stucky CL, Hillery CA, Hoffmann RG, Panepinto JA. Patients with sickle cell disease have increased sensitivity to cold and heat. *Am J Hematol*. 2013;88:37-43.

130. Breitner S, Wolf K, Devlin RB, Diaz-Sanchez D, Peters A, Schneider A. Short-term effects of air temperature on mortality and effect modification by air pollution in three cities of Bavaria, Germany: a time-series analysis. *Sci Total Environ*. 2014;49(61):485–6.

131. Brenner R, Allemann Y. Exercise testing and blood pressure. *Praxis*. 2011;100(17):1041–9.

132. Brook RD, Rajagopalan S, Arden Pope C, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121:2331–78.

133. Brook RD. Cardiovascular effects of air pollution. *Clin Sci (Lond)*. 2008;115:175–87.

134. Bunker A, Wildenhain J, Vandenberg A, Henschke N, Rocklöv J, Hajat S, et al. Effects of air temperature on climate-sensitive mortality and morbidity outcomes in the elderly; a systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. *EBioMedicine*. 2016;6:258-68. DOI:

10.1016/j.ebiom.2016.02.034.

135. Burlingame J, Ohana P, Aaronoff M, Seto T. Noninvasive cardiac monitoring in pregnancy: impedance cardiography versus echocardiography. *J Perinatol.* 2013;33(9):675.

136. Charkoudian N. Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. *J Appl Physiol.* 2010;109:1221-8.

137. Chaseling GK, Iglesias-Grau J, Juneau M, Nigam A, Kaiser D, Gagnon D. Extreme heat and cardiovascular health: what a cardiovascular health professional should know. *Can J Cardiol.* 2021;37(11):1828-36. DOI: 10.1016/j.cjca.2021.08.008.

138. Chen F, Yu B, Wu M, Yang X. Improved urban finescale forecasting during a heat wave by using high-resolution urban canopy parameters. *Front Clim.* 2022;3:771441. DOI: 10.3389/fclim.2021.771441.

139. Cheng J, Xu Z, Bambrick H, Prescott V, Wang N, Zhang Y, et al. Cardiorespiratory effects of heatwaves: A systematic review and meta-analysis of global epidemiological evidence. *Environ Res.* 2019;177:108610. DOI: 10.1016/j.envres.2019.108610.

140. Choma W, Jatsuk V. Zeszyty naukowe politechniki Rzeszowskiej. *Elektrotechnika.* 2005;28(223):39-44.

141. Chukur O, Pasyechko N, Bob A, Sverstiuk A. Prediction of climacteric syndrome development in perimenopausal women with hypothyroidism. *Przegląd Menopauzalny.* 2022;21(4):236–41. DOI: 10.5114/pm.2022.123522.

142. Collins M, Knutti R, Arblaster J, Dufresne JL, Fichetfet T, Friedlingstein P, et al. Long-term climate change: Projections, commitments and irreversibility [Internet]. Cambridge Univ Press: Cambridge, UK; 2013 [cited 2022 Sept 16]. Available from: <http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1>.

143. Crandall CG, González-Alonso J. Cardiovascular function in the heat-stressed human. *Acta Physiol (Oxf).* 2010 Aug;199(4):407-23. DOI:

10.1111/j.1748-1716.2010.02119.x.

144. Crandall CG, Wilson TE, Marving J, Vogelsang TW, Kjaer A, Hesse B, et al. Effects of passive heating on central blood volume and ventricular dimensions in humans. *J Physiol*. 2008;586:293–301.

145. Crandall CG, Wilson TE. Human cardiovascular responses to passive heat stress. *Compr Physiol*. 2015;5(1):17–43. DOI:10.1002/cphy.c140015.

146. D'Amato G, Holgate ST, Pawankar R, Ledford DK, Cecchi L, Al-Ahmad M, et al. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organ J*. 2015 Jul 14;8(1):25. DOI: 10.1186/s40413-015-0073-0.

147. De Blois J, Kjellstrom T, Agewall S, Ezekowitz JA, Armstrong PW, Atar D. The effects of climate change on cardiac health. *Cardiology*. 2015;131(4):209–17. DOI: 10.1159/000398787.

148. DeFlorio-Barker S, Crooks J, Reyes J, Rappold AG. Cardiopulmonary effects of fine particulate matter exposure among older adults, during wildfire and non-wildfire periods, in the United States 2008–2010. *Environ Health Perspect*. 2019;127:37006.

149. Di Q, Wang Y, Zanobetti A, Wang Yu, Koutrakis P, Choirat Ch, et al. Air pollution and mortality in the Medicare population. *N Engl J Med*. 2017;376:2513-22.

150. Díaz J, Sáez M, Carmona R, Mirón IJ, Barceló MA, Luna MY, et al. Mortality attributable to high temperatures over the 2021–2050 and 2051–2100 time horizons in Spain: adaptation and economic estimate. *Environ Res*. 2019;172:475–85. DOI: 10.1016/j.envres.2019.02.041

151. Diffenbaugh NS, Scherer M. Observational and model evidence of global emergence of permanent, unprecedented heat in the 20(th) and 21(st) centuries. *Clim Change*. 2011;107:615–24.

152. Doan TN, Wilson D, Rashford S, Bosley E. Ambient temperatures, heatwaves and out-of-hospital cardiac arrest in Brisbane, Australia. *Occup Environ*

Med. 2021;78:349-54.

153. Doreswamy, Harishkumar KS, Yogesh KM, Ibrahim G. Forecasting air pollution particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) using machine learning regression models. *Procedia Comput Sci.* 2020;171:2057-66. DOI: 10.1016/j.procs.2020.04.221

154. Epstein Y, Yanovich R. Heatstroke. *N Engl J Med.* 2019;380:2449-59.

155. Erens B, Williams L, Exley J, Ettelt S, Manacorda T, Hajat S, et al. Public attitudes to, and behaviours taken during, hot weather by vulnerable groups: results from a national survey in England. *BMC Public Health.* 2021 Sep 6;21(1):1631. DOI: 10.1186/s12889-021-11668-x.

156. Esmaeilzadeh M, Parsaee M, Maleki M. The role of echocardiography in coronary artery disease and acute myocardial infarction. *J Tehran Heart Cent.* 2013;8(1):1.

157. Evangelista A, Flachskampf FA, Erbel R, Antonini-Canterin F, Vlachopoulos C, Rocchi G, et al. Echocardiography in aortic diseases: EAE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(8):645-58. DOI: 10.1093/ejechocard/jeq056.

158. Evans S, Seidman LC, Tsao JC, Lung KC, Zeltzer LK, Naliboff BD. Heart rate variability as a biomarker for autonomic nervous system response differences between children with chronic pain and healthy control children. *J Pain Res.* 2013;6:449-57

159. Fealey RD. Interoception and autonomic nervous system reflexes thermoregulation. *Handbook of Clinical Neurology,* Elsevier. 2013;117:79-88. DOI: 10.1016/B978-0-444-53491-0.00007-9.

160. Fellahi JL, Caille V, Charron C, Deschamps-Berger PH, Vieillard-Baron A. Noninvasive assessment of cardiac index in healthy volunteers: a comparison between thoracic impedance cardiography and Doppler echocardiography. *Anesthesia & Analgesia.* 2009;108(5):1553-9.

161. Fiordelisi A, Piscitelli P, Trimarco B, Coscioni E, Iaccarino G, Sorriento D. The mechanisms of air pollution and particulate matter in

cardiovascular diseases. *Heart Fail Rev.* 2017;22:337-47. DOI: 10.1007/s10741-017-9606-7.

162. Flensner G, Ek AC, Söderhamn O, Landtblom AM. Sensitivity to heat in MS patients: a factor strongly influencing symptomology--an explorative survey. *BMC Neurol.* 2011 Feb 25;11:27. DOI: 10.1186/1471-2377-11-27.

163. Foster J, Hodder SG, Lloyd AB, Havenith G. Individual responses to heat stress: implications for hyperthermia and physical work capacity. *Frontiers in physiology.* 2020;11:541483. DOI: 10.3389/fphys.2020.541483

164. Foster J, Smallcombe JW, Hodder S, Jay O, Flouris AD, Nybo L, et al. An advanced empirical model for quantifying the impact of heat and climate change on human physical work capacity. *Int J Biometeorol.* 2021;65:1215–29.

165. Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C, et al. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health.* 2006;80:16–24.

166. Gabriela Pop M, Crivii C, Opincariu I. Anatomy and Function of the Hypothalamus [Internet]. *Hypothalamus in Health and Diseases.* IntechOpen; 2018. DOI: 10.5772/intechopen.80728.

167. Gardner JW, Kark JA, Karnei K, Sanborn JS, Gastaldo E, Burr P, et al. Risk factors predicting exertional heat illness in male Marine Corps recruits. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:939–44.

168. Ginty AT, Tyra AT, Young DA, Brindle RC, de Rooij SR, Williams SE. Cardiovascular reactions to acute psychological stress and academic achievement. *Psychophysiology.* 2022 Oct;59(10):e14064.

169. Gisolfi CV, Wenger CB. Temperature regulation during exercise: old concepts, new ideas. *Exerc Sport Sci Rev.* 1984;12:339-72.

170. Gleba LA, Feketa VP, Meleha KP, Palamarchuk OS. Use of portable biofeedback devices for correction of the functional state of autonomic nervous system. *Intermedical journal.* 2015;III(5):3-11.

171. Global burden of disease study 2019 (GBD 2019) healthcare access and quality index 1990-2019 [Internet]. Seattle, United States of America: Institute



for Health Metrics and Evaluation (IHME); 2022 [cited 2022 Dec 11]. Available from: <https://www.healthdata.org/gbd/2019>

172. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL. Heart disease and stroke statistics – 2014 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2014 Jan 21;129(3):e28-e292.

173. Goginava SE, Rumba OG. On improving effect combining aerobic and anaerobic loads of character in the classroom for physical training in universities. *Phys. educ. stud.* 2014;3:18-29. DOI:10.6084/m9.figshare.974492

174. González-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J Appl Physiol*. 1999;86:1032–9.

175. González-Alonso J, Crandall CG, Johnson J. The cardiovascular challenge of exercising in the heat. *J Physiol*. 2008;586:45-53.

176. González-Alonso J. Human thermoregulation and the cardiovascular system. *Experimental Physiology*. 2012;97:340-6.

177. Gostimirovic M, Novakovic R, Rajkovic J, Djokic V, Terzic D, Putnik S, et al. The influence of climate change on human cardiovascular function. *Arch Environ Occup Health*. 2020;75:406–14. DOI: 10.1080/19338244.2020.1742079.

178. Gu D, Andreev K, Dupre ME. Major trends in population growth around the world. *China CDC Wkly*. 2021;3:604.

179. Guler AD, Lee H, Iida T, Shimizu I, Tominaga M. Heat-evoked activation of the ion channel, TRPV4. *J Neurosci*. 2002;22:6408-14.

180. Guo Y, Bian J, Li Q, Leavitt T, Rosenberg EI, Buford TW, et al. A 3-minute test of cardiorespiratory fitness for use in primary care clinics. *PLoS ONE*. 2018;13(7):e0201598. DOI: 10.1371/journal.pone.0201598.

181. Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, et al. Heat wave and mortality: a multicountry, multicomunity study. *Environ Health Perspect*. 2017;125(8):087006 DOI: 10.1289/EHP1026.

182. Guo Y, Li S, Zhang Y, Armstrong B, Jaakkola JJ, Tong S, et al. Extremely cold and hot temperatures increase the risk of ischaemic heart disease

mortality: epidemiological evidence from China. *Heart*. 2013 Feb;99(3):195-203. DOI: 10.1136/heartjnl-2012-302518.

183. Hadley MB, Vedanthan R, Ebi KL, Fuster V. Climate cardiology. *BMJ Glob Health*. 2022;7(6). DOI: 10.1136/bmjgh-2022-008860.

184. Haines A, McMichael AJ, Smith KR, Roberts I, Woodcock J, Markandya A, et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet*. 2009 Dec 19;374(9707):2104-14. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61759-1.

185. Hajat S, O'Connor M, Kosatsky T. Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection. *Lancet*. 2010;375(9717):856–63. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61711-6.

186. Hanna EG, Tait PW. Limitations to thermoregulation and acclimatization challenge human adaptation to global warming. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12:8034-74. DOI: 10.3390/ijerph120708034

187. Hansen J, Nazarenko L, Ruedy R, Sato M, Willis J, Genio A, et al. Earth's energy imbalance: confirmation and implications. *Science*. 2005;308:1431-5. DOI: 10.1126/science.1110252.

188. Hansen J, Sato M, Ruedy R. Perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2012;109(37):E2415-E2423.

189. Hausefather Z, Peters GP. Emissions—the “business as usual” story is misleading. *Nature*. 2020;577:618-20.

190. Heart rate variability (PDF). Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.

191. Heaviside C, Macintyre H, Vardoulakis S. The urban heat island: implications for health in a changing environment. *Curr Environ Health Rep*. 2017;4:296-305. DOI: 10.1007/s40572-017-0150-3.

192. Hense HW, Gneiting B, Muschol M, Broeckel U, Kuch B, Doering A, et al. The association of body size and body composition with left ventricular mass: impacts for indexation in adults. *J Am Coll Cardiol*. 1998;32(2):451-7.

193. Herasymiuk M, Sverstiuk A, Kit I. Multifactor regression model for prediction of chronic rhinosinusitis recurrence. *Wiad Lek.* 2023;76(5):928-35. DOI: 10.36740/WLek202305106.
194. Herndon J. Air pollution, not greenhouse gases: the principal cause of global warming. *JGEESI.* 2018;17:1-8. DOI: 10.9734/JGEESI/2018/44290.
195. Hillier SE, Beck L, Petropoulou A, Clegg ME. A comparison of body composition measurement techniques. *J Hum Nutr Diet.* 2014 Dec;27(6):626-31. DOI: 10.1111/jhn.12197.
196. Horowitz M. Heat acclimation, epigenetics, and cytoprotection memory. *Compr Physiol.* 2014;4:199-230.
197. Huber V, Krummenauer L, Peña-Ortiz C, Lange S, Gasparrini A, Vicedo-Cabrera AM, et al. Temperature-related excess mortality in German cities at 2 °C and higher degrees of global warming. *Environ Res.* 2020;186:109447. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109447.
198. Huikuri HV, Perkiömäki JS, Maestri R, Pinna GD. Clinical impact of evaluation of cardiovascular control by novel methods of heart rate dynamics. *Philos Transact a Math Phys Eng Sci.* 2009;367:1223-38.
199. Huk VO, Vadzyuk SN. The influence of the plant adaptogene “Victorin” on the functional state of the cardiovascular system in persons with increased thermal sensitivity. *Art of Medicine.* 2023;26(2):8-13. DOI: <https://doi.org/10.21802/artm.2023.2.26.8>.
200. Huk VO. Assessment of aerobic productivity, endurance and resistance to adverse environmental factors in persons with different thermal sensitivities. «The current state of development of world science: characteristics and features»: conference proceedings; 2022 Dec 16. Lisbon, Portuguese Republic: «Scientia»; 2022. p. 150-1. DOI: 10.36074/scientia-16.12.2022
201. Hymczak H, Gołąb A, Mendrala K, Plicner D, Darocha T, Podsiadło P, et al. Core temperature measurement—principles of correct measurement, problems, and complications. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:10606.
202. Integrated Science Assessment (ISA) for particulate matter [Internet].

Washington, D.C.: Environmental Protection Agency; 2019 [cited 2022 Oct 2]. Available from: <https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=347534>.

203. IPCC. Global Warming of 1.5 °C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C Above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change. Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty [Internet]. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC; 2018. [cited Oct 22]. Available from: <https://www.ipcc.ch/sr15/download/>

204. IPCC. Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, Pichs-Madruga R, Sokona Y, Farahani E, Kadner S, Seyboth K et al. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Internet]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2014. [cited Sept 14]. Available from: <https://abdn.pure.elsevier.com/en/publications/summary-for-policymakers-2>

205. Jackson CE. Nomogram for simple calculation of cardiac output. *Circulation*. 1955;11(4):635–6.

206. Jacob D, Petersen J, Eggert B, Alias A, Christensen OB, Laurens M, et al. Bouwer EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Chang*. 2014;14:563–78. DOI: 10.1007/s10113-013-0499-2.

207. Jacobsen AP, Khiew YC, Duffy E, O'Connell J, Brown E, Auwaerter PG, et al. Climate change and the prevention of cardiovascular disease. *Am J Cardiol*. 2022;12:100391.

208. Jennings N, Fecht D, De Matteis S. Mapping the co-benefits of climate change action to issues of public concern in the UK: a narrative review. *Lancet Planet Health*. 2020;4(9):e424–e433. DOI: 10.1016/S2542-5196(20)30167-4.

209. Johnson EW, Melvin JL. Sensory conduction studies of median and

ulnar nerves. *Arch Phys Med Rehabil.* 1967;48:25-30.

210. Jordt SE, McKemy DD, Julius D. Lessons from peppers and peppermint: the molecular logic of thermosensation. *Curr Opin Neurobiol.* 2003;13:487–92. DOI: 10.1016/S0959-4388(03)00101-6.

211. Julius D, Basbaum AI. Molecular mechanisms of nociception. *Nature.* 2001;413:203-10.

212. Karagulian F, Belis CA, Dora CG, Prüss-Ustün AM, Bonjour S, Adair-Rohani H, et al. Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level. *Atmos Environ.* 2015;120:475–83. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2015.08.087.

213. Kaszuba E, Scheel S, Odeberg H, Halling A. Comparing impedance cardiography and echocardiography in the assessment of reduced left ventricular systolic function. *BMC research notes.* 2013;6(1):114.

214. Keller DM, Cui J, Davis SL, Low DA, Crandall CG. Heat stress enhances arterial baroreflex control of muscle sympathetic nerve activity via increased sensitivity of burst gating, not burst area, in humans. *J Physiol.* 2006;573:445–51.

215. Kenney WL, Craighead DH, Alexander LM. Heat waves, aging, and human cardiovascular health. *Med Sci Sports Exerc.* 2014 Oct;46(10):1891-9. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000325.

216. Kenney WL, Johnson JM. Control of skin blood flow during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:303–12.

217. Kerdo I. EinausDatenderBlutzirkulationkalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage. *Acta neurovegetativa.* 1966;29(2):250-68.

218. Kim H, Mittal DP, Iadarola MJ, Dionne RA. Genetic predictors for acute experimental cold and heat pain sensitivity in humans. *J Med Genet.* 2006 Aug;43(8):e40. DOI: 10.1136/jmg.2005.036079.

219. Knowlton K, Rotkin-Ellman M, King G, Margolis HG, Smith D, Solomon G, et al. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *Environ Health Perspect.* 2009;117:61–7.

220. Korolchuk VM. Psychology of personality stress resistance [dissertation]. Institute of Psychology. GS Kostyuk APN Ukr. 2009.
221. Koskinen T, Kähönen M, Jula A, Laitinen T, Keltikangas-Järvinen L, Viikari J, et al. Short-term heart rate variability in healthy young adults: the cardiovascular risk in young finns study. *Auton Neurosci*. 2009;145:81-8.
222. Kovalyova AV, Shkopinskiy EO, Kovalyova OV. The heart rate dynamics at unexercised persons of young age (17-24 years old) during graduated exercise under the influence of low-frequent electric current. *Top Issues Biol, Ecol and Chem*. 2009;2:56-63.
223. Krainyuk VM. Psychology of personality stress resistance: a monograph. K: Nika-Center. 2007.
224. Kubichek W. Development and evaluation of an impedance cardio output system. *Aerospace Med*. 1994;37:1208-12.
225. Kysely J, Pokorna L, Kyncl J, Kriz B. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic. *BMC Public Health*. 2009;9:19.
226. Lai D, Zhou X, Chen Q. Modelling dynamic thermal sensation of human subjects in outdoor environments. *Energy Build*. 2017;149:16-25. DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.05.028.
227. Lang RM, Badano LP, Tsang W, Adams DH, Agricola E, Buck T, et al. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(1):3-46. DOI: 10.1016/j.echo.2011.11.010
228. Layton JB, Li W, Yuan J, Gilman JP, Horton DB, Setoguchi S. Heatwaves, medications, and heat-related hospitalization in older medicare beneficiaries with chronic conditions. *PLoS One*. 2020;15(12). DOI: 10.1371/journal.pone.0243665.
229. Lear V. Anoxia and its effect on the body. M.: Medgiz; 1947. p. 252.
230. Lee JY, Kim H, Gasparrini A, Armstrong B, Bell ML, Sera F, et al. Predicted temperature-increase-induced global health burden and its regional variability. *Environ Int*. 2019;131:105027 DOI:10.1016/j.envint.2019.105027.

231. Li Ch, Liu H, Li B, Cheng Y, Du Ch, Sheng A. Human responses to the air relative humidity ramps: A chamber study. *Build Environ.* 2017;123:458-68. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.07.024.
232. Li L, Yang J, Guo C, Chen PY, Ou CQ, Guo Y. Particulate matter modifies the magnitude and time course of the non-linear temperaturemortality association. *Environ Pollut.* 2015;196:423–30.
233. Li XX. Heat wave trends in Southeast Asia during 1979–2018: the impact of humidity. *Sci Total Environ.* 2020;721:137664.
234. Lian Z, Liu B, Brown RD. Exploring the predictive potential of physiological measures of human thermal strain in outdoor environments in hot and humid areas in summer—a case study of Shanghai, China. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(6):5017. DOI: 10.3390/ijerph20065017.
235. Lim CL. Fundamental concepts of human thermoregulation and adaptation to heat: a review in the context of global warming. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:7795. DOI: 10.3390/ijerph17217795
236. Lin S, Luo M, Walker RJ, Liu X, Hwang SA, Chinery R. Extreme high temperatures and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases. *Epidemiology.* 2009;20:738–46.
237. Litchfield KN, Harten JM, Anderson KJ, Kinsella J, McGrady EM. Effects of normobaric hyperoxia on haemodynamic parameters of healthy full-term parturients. *Anaesthesia.* 2007;62(9):931-5.
238. Liu B, Lian Z, Brown RD. Effect of landscape microclimates on thermal comfort and physiological wellbeing. *Sustainability.* 2019;11:5387.
239. Liu C, Chen R, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Guo Y, Tong S, et al. Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *N Engl J Med.* 2019;381(8):705–15. DOI: 10.1056/NEJMoa1817364. 08 22.
240. Liu C, Yavar Z, Sun Q. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2015;309:H1793–H1812.
241. Liu W, Zhang Y, Deng Q. The effects of urban microclimate on outdoor thermal sensation and neutral temperature in hot-summer and cold-winter

climate. *Energy Build.* 2016;128:190-7. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.06.086.

242. Luo M, Lau NC. Increasing human-perceived heat stress risks exacerbated by urbanization in China: a comparative study based on multiple metrics. *Earths Future.* 2021;9(7):e2020EF001848. DOI: 10.1029/2020EF001848.

243. Lutsenko DG, Danylenko KM, Babiychuk GO, Shylo OV, Moiseyenko YV. Features of heart rate variability in humans during wintering in the Antarctica. *CryoLetters.* 2018;39(1):87–8.

244. Ma W, Chen R, Kan H. Temperature-related mortality in 17 large Chinese cities: how heat and cold affect mortality in China. *Environ Res.* 2014;134:127–33.

245. Marchand M, Kenneth G. The cardiovascular system in heat stroke. *CJC Open.* 2022;4(2):158-63. DOI: 10.1016/j.cjco.2021.10.002.

246. Margolis H. Heat waves and rising temperatures: human health impacts and the determinants of vulnerability [Internet]. In *Global Climate Change and Public Health*; Springer: New York, NY; 2014 [cited 2022 Dec 12]. p. 85–120. Available from: <http://www.regionalclimateperspectives.com/uploads/4/4/2/5/44250401/margolis2014healthimpactsofheat.pdf>

247. Masson V, Lemonsu A, Hidalgo J, Voogt J. Urban climates and climate change. *Annu Rev Environ Resour.* 2020;45:411–44. DOI: 10.1146/annurev-environ-012320-083623.

248. Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, et al. Summary for policymakers. In: *climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* 2021. p. 3–32. DOI:10.1017/9781009157896.001.

249. Mattar JA. A simple calculation to estimate body surface area in adults and its correction with the Dubois formula. *Crit Care Med.* 1989;17:846-7.

250. Matthews TKR, Wilby RL, Murphy C. Communicating the deadly consequences of global warming for human heat stress. *Proc Natl Acad Sci*



USA. 2017;114:3861–6.

251. Matzarakis A. Communication aspects about heat in an era of global warming—the lessons learnt by germany and beyond. *Atmosphere*. 2022;13:226. DOI: 10.3390/atmos13020226.

252. McCorry LK. Physiology of the autonomic nervous system. *Am J Pharm Educ*. 2007;71:78.

253. McDougall SJ, Widdop RE, Lawrence AJ. Central autonomic integration of psychological stressors: focus on cardiovascular modulation. *Auton Neurosci*. 2005;123(1-2):1-11.

254. Meehl GA, Tebaldi C. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*. 2004;305(5686):994–7.

255. Mentaschi L, Duveiller G, Zulian G, Corbane C, Pesaresi M, Maes J, et al. Global long-term mapping of surface temperature shows intensified intra-city urban heat island extremes. *Glob Environ Chang*. 2022;72:102441.

256. Moghadamnia MT, Ardalan A, Mesdaghinia A, Keshtkar A, Naddafi K, Yekaninejad MS. Ambient temperature and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*. 2017;5:e3574.

257. Mohrman DE, Heller LJ. *Cardiovascular Physiology*. Duluth, Minnesota: McGraw-Hill. 2014. p. 276.

258. Musiienko V, Marushchak M, Sverstuik A, Filipyuk A, Krynytska I. Prediction factors for the risk of hypothyroidism development in type 2 diabetic patients. *PharmacologyOnLine*. 2021;3:585-94.

259. Nagy I, Rang H. Noxious heat activates all capsaicin sensitive and also a subpopulation of capsaicin-insensitive dorsal root ganglion neurons. *Neuroscience*. 1999;88:995-7.

260. Nascimento B, Brant L, Moraes D, Ribeiro A. Глобальне здоров'я та серцево-судинні захворювання. *UJC*. 2015;4:123–33.

261. Nkurikiyeyezu KN, Suzuki Y, Lopez GF. Heart rate variability as a predictive biomarker of thermal comfort. *J Ambient Intell Humaniz*

Comput. 2017;9:1465–77.

262. Nolan MT, Thavendiranathan P. Automated quantification in echocardiography. *Cardiovascular Imaging*. 2019;12(6):1073-92.

263. Nybo L, Rasmussen P, Sawka MN. Performance in the heat—physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue. *Compr Physiol*. 2014;4:657-89.

264. O’Neill BC, Oppenheimer M. Dangerous climate impacts and the kyoto protocol. *Science*. 2002;296:1971–2.

265. Obradovic J, Boyce WT. Individual differences in behavioral, physiological, and genetic sensitivities to contexts: implications for development and adaptation. *Dev Neurosci*. 2009;31(4):300-8.

266. Orru H, Ebi KL, Forsberg B. The interplay of climate change and air pollution on health. *Curr Environ Heal*. 2017;44(4):504–13.

267. Ossipov MH. The perception and endogenous modulation of pain. *Scientifica (Cairo)*. 2012;2012:561761. DOI: 10.6064/2012/561761.

268. Pal JS, Eltahir EAB. Future temperature in southwest asia projected to exceed a threshold for human adaptability. *Nature climate change*. 2016;6(2):197-200.

269. Parashar R, Bajpai M, Goyal M, Singh S, Tiwari S, Narayan VS. Impedance cardiography for monitoring changes in cardiac output. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2012 Apr-Jun;56(2):117-24.

270. Partiko TV, Skalska OI. Emotional and volitional resources of stress resistance in servicemen. *Fiziol Zh*. 2020;6(4):279-53.

271. Paul A. *Iaizzo handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices*. Springer International Publishing Switzerland; 2015. p. 817. DOI: 10.1007/978-3-319-19464-6

272. Périard J, Racinais S, Sawka MN. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: applications for competitive athletes and sports. *Scand J Med Scie Sports*. 2015;25:20–38. DOI: 10.1111/sms.12408.

273. Periard JD, Travers GJS, Racinais S, Sawka MN. Cardiovascular

adaptations supporting human exercise-heat acclimation. *Auton Neurosci.* 2016;196:52–62. DOI: 10.1016/j.autneu.2016.02.00.

274. Perkins SE, Alexander LV, Nairn JR. Increasing frequency, intensity and duration of observed global heatwaves and warm spells. *Geophys Res Lett.* 2012;39:1-5.

275. Peters A, Schneider A. Cardiovascular risks of climate change. *Nat Rev Cardiol.* 2021;18:1–2. DOI: 10.1038/s41569-020-00473-5.

276. Piver WT, Ando M, Ye F, Portier CJ. Temperature and air pollution as risk factors for heat stroke in Tokyo, July and August 1980-1995. *Environ Health Perspect.* 1999;107:911-6.

277. Pluess M, Belsky J, Way BM, Taylor SE. 5-HTTLPR moderates effects of current life events on neuroticism: differential susceptibility to environmental influences. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 2010;34(6):1070-4. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2010.05.028.

278. Pluess M, Lionetti F, Aron E, Aron A. People differ in their sensitivity to the environment: an integrated theory and empirical evidence. 2023;104:104377. DOI: 10.1016/j.jrp.2023.

279. Pluess M. Individual differences in environmental sensitivity. *CDP.* 2015;9(3): 138-43. DOI: 10.1111/cdep.12120

280. Pörtner HO, Tignor M, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Alegría A, Craig M, et al. IPCC. Climate change 2022: impacts, adaptation, and vulnerability [Internet]. In: Contribution of working group ii to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change editor. United Kingdom: Cambridge Press; 2022 [cited 2022 Oct 18]. Available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

281. Potchter O, Cohen P, Lin TP, Matzarakis A. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Sci Total Environ.* 2018;631–632:390-406. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.276.

282. Rajagopalan S, Al-Kindi SG, Brook RD. Air pollution and

cardiovascular disease: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72:2054-70.

283. Rau KK, Jiang N, Johnson RD, Cooper BY. Heat sensitization in skin and muscle nociceptors expressing distinct combinations of TRPV1 and TRPV2 protein. *J Neurophysiol*. 2007;97:2651–62. DOI: 10.1152/jn.00840.2006

284. Robine JM, Cheung SL, Roy SL, Oyen HV, Griffiths C, Michel JP, et al. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *C R Biol*. 2008;331(2):171-8.

285. Rogelj J, Elzen M, Höhne N, Fransen T, Fekete H, Winkler H, et al. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature*. 2016;534:631-9.

286. Romanello M, McGushin A, Di Napoli C, Drummond P, Hughes N, Jamart L, et al. The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *Lancet*. 2021;398(10311):1619–62. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01787-6.

287. Rønnestand BR, Mujika I. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(4):603–12.

288. Rossati A. Global warming and its health impact. *Int J Occup Environ Med*. 2017;8:7–20.

289. Rowell LB. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal-stress. *Physiol Rev*. 1974;54(1):75–159.

290. Sanderson M, Arbutnott K, Kovats S, Hajat S, Falloon P. The use of climate information to estimate future mortality from high ambient temperature: a systematic literature review. *PLoS One*. 2017;12:e0180369. DOI: 10.1371/journal.pone.0180369.

291. Sandra B. Debating sociology and climate change. *J Integr Environ Sci*. 2015;12(3):217-33. DOI: 10.1080/1943815X.2015.1108342

292. Scortichini M, De Sario M, de'Donato FK, Davoli M, Michelozzi P, Stafoggia M. Short-term effects of heat on mortality and effect modification by air pollution in 25 Italian cities. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Aug

17;15(8):1771. DOI: 10.3390/ijerph15081771.

293. Serorez TB, Navka PI. Aerobic and anaerobic organism productivity as factors that determine the level of physical health. *Pedagog. psihol. med.-biol. probl. fiz. vihov. sportu.* 2014;6:58-62. DOI: 10.6084/m9.figshare.1004092.

294. Sheffield PE, Herrera MT, Kinnee EJ, Clougherty JE. Not so little differences: variation in hot weather risk to young children in New York City. *Public Health.* 2018;161:119-26. DOI:10.1016/j.puhe.2018.06.004.

295. Sherwood SC, Huber M. An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2010;107:9552–5.

296. Siemens J, Kamm GB. Cellular populations and thermosensing mechanisms of the hypothalamic thermoregulatory center. *European journal of physiology.* 2018;470(5):809–22. DOI: 10.1007/s00424-017-2101-0

297. Simkhovich BZ, Kleinman MT, Kloner RA. Air pollution and cardiovascular injury epidemiology, toxicology, and mechanisms. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52:719–26.

298. Singh JP, Larson MG, Tsuji H, Evans JC, O'Donnell CJ, Levy D. Reduced heart rate variability and new-onset hypertension: insights into pathogenesis of hypertension: the Framingham Heart Study. *Hypertension.* 1998;32(2):293-7.

299. Slagt M, Dubas JS, Dekovic M, van Aken MA. Differences in sensitivity to parenting depending on child temperament: A meta-analysis. *Psychol Bull.* 2016;142(10):1068-110. DOI: 10.1037/bul0000061.

300. Smid M, Russo S, Costa AC, Granell C, Pebesma E. Ranking European capitals by exposure to heat waves and cold waves. *Urban Clim.* 2019;27:388-402. DOI: 10.1016/j.uclim.2018.12.010.

301. Smith JB, Schneider SH, Oppenheimer M, Yohe GW, Hare W, Mastrandrea MD, et al. Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) “reasons for concern.”. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2009;106:4133–7.

302. Smith KR, Woodward A, Campbell-Lendrum D, Chadee DD, Honda

Y, Liu Q, et al. Human health: impacts, adaptation, and co-benefits [Internet]. Cambridge University Press: Cambridge, UK; 2014 [cited 2022 Dec 24]. Available from: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf)

303. Sokol AP, Usova OV, Grynevich OP. Functional features central circulation in athletes engaged in various sports. *Top Issues Biol, Ecol and Chem.* 2014;8(2):111-22.

304. Son JY, Bell ML, Lee JT. The impact of heat, cold, and heat waves on hospital admissions in eight cities in Korea. *Int J Biometeorol.* 2014;58:1893– 903.

305. Stillman JH. Heat waves, the new normal: Summertime temperature extremes will impact animals, ecosystems, and human communities. *Physiology.* 2019;34:86–100.

306. Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, et al. Summary for policymakers. In: *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* CEUR Workshop Proc. 2015;1542:33–6.

307. Sulyma A, Bohuslavska V, Furman Y, Galaman Y, Doroshenko E, Pityn M. Effectiveness of the application of the endogenous-hypoxic breathing technique in the physical training of the qualified field hockey players. *JPES.* 2017;17(4):2553-60. DOI:10.7752/jpes.2017.04289.

308. Sun Q, Miao C, Hanel M, Borthwick AGL, Duan Q. Global heat stress on health, wildfires, and agricultural crops under different levels of climate warming. *Environ Int.* 2019;128:125–136. DOI: 10.1016/j.envint.2019.04.025.

309. Sun Z, Chen C, Xu D, Li T. Effects of ambient temperature on myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *Environ Pollut.* 2018;241:1106-14.

310. Sutarto MD, Abdul AP, Wahab MN. Heart Rate Variability (HRV) biofeedback: A new training approach for operator's performance enhancement. *JIEM.* 2010;3:176–98.

311. Tait PW. Medicine use, heat and thermoregulation in Australian patients. *Med J Aust*. 2011 Sep 19;195(6):327. DOI: 10.5694/mja11.10289.
312. Takada S, Matsumoto S, Matsushita T. Prediction of whole-body thermal sensation in the non-steady state based on skin temperature. *Build Environ*. 2013;68:123-33. DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.06.004.
313. Tansey EA, Johnson CD. Recent advances in thermoregulation. *Adv Physiol Educ*. 2015;39(3):139–48. DOI: 10.1152/advan.00126.2014
314. Taylor NAS, Cotter JD. Heat adaptation: guidelines for the optimisation of human performance. *Int Sport Med J*. 2006;7:33–57.
315. Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *Int J Cardiol*. 2009;141(2):122-31.
316. Thompson R, Hornigold R, Page L, Waite T. Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: a systematic review. *Public Health*. 2018;161:171-91. DOI: 10.1016/j.puhe.2018.06.008.
317. Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ, Manders ES, Evans JC, Feldman C L, et al. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 1996;94(11):2850-5.
318. Vadzyuk SN, Huk VO, Dzhyvak TV, Sverstiuk AS, Dzhyvak VH, Bondarchuk VI, et al. Multifactorial regression model for predicting the level of heat sensitivity in healthy young people in the context of global warming. *Wiad Lek*. 2023;76(9):1922-9. DOI: 10.36740/WLek202309104
319. Vadzyuk SN, Kharkovska TV, Huk VO, Dzhyvak VH, Papinko IYa, Nikitina IM. Prognostic criteria for the selection of individuals with different heat sensitivity. *Wiad Lek*. 2022;75(5):1370-5. DOI: 10.36740/wlek202205225.
320. Vandentorren S, Bretin P, Zeghnoun A, Mandereau-Bruno L, Croisier A, Cochet C, et al. August 2003 heat wave in France: Risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health*. 2006;16(6):583–91.

321. Vaneckova P, Bambrick H. Cause-specific hospital admissions on hot days in Sydney, Australia. *PloS One*. 2013;8:e55459.
322. Vicedo-Cabrera AM, Scovronick N, Sera F, Royé D, Schneider R, Tobias A, et al. The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nat Clim Chang*. 2021;11:492–500. DOI: 10.1038/s41558-021-01058-x.
323. Viktorin kapsuly №30 [Internet]. 2023 [cited 2023 May 13]. Available from: <https://tabletki.ua/uk/Викторин/1040512/>
324. Vriens J, Nilius B, Voets T. Peripheral thermosensation in mammals. *Nat Rev Neurosci*. 2014;15(9):573–89. DOI: 10.1038/nrn3784
325. Vriens J, Voets T. Sensing the heat with TRPM3. *Pflugers Arch – Eur J Physiol*. 2018;470:799–807. DOI: 10.1007/s00424-017-2100-1
326. Wang Y, Wang A, Zhai J, Jiang T, Su B, Yang J, et al. Tens of thousands additional deaths annually in cities of China between 1.5 °C and 2 °C warming. *Nat Commun*. 2019 Aug 6;10(1):3376. DOI: 10.1038/s41467-019-11283-w.
327. Watts N, Adger WN, Ayeb-Karlsson S, Bai Y, Byass P, Campbell-Lendrum D, Colbourn T, Cox P, Davies M, Depledge M, et al. The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. *Lancet*. 2017;389:1151–64. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32124-9.
328. Wei Y, Wu J, Huang J, Liu X, Han D, An L, et al. Declining oxygen level as an emerging concern to global cities. *Environ Sci Technol*. 2021;55(12):7808–17.
329. Weyn S, Leeuwen KV, Pluess M, Goossens L, Stephan Claes S, Bosmans G, et al. Individual differences in environmental sensitivity at physiological and phenotypic level: Two sides of the same coin? *Int J Psychophysiol*. 2022;176:36-53. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2022.02.010.
330. Wheat AL, Larkin KT. Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2010;35(3):229-42.



331. Wilson L, New S, Daron J, Golding N. Climate change impacts for Ukraine. Met Office. 2021. p. 34.
332. Wolf ST, Cottle RM, Vecellio DJ, Kenney WL. Critical environmental limits for young, healthy adults (PSU HEAT Project). *J Appl Physiol*. 2022;132(2):327-33.
333. World Health Organization. World Health Report 2002 [Internet]. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2002 [cited 2022 Sept 22]. Available from: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9241562072>
334. Xu H, Ramsey IS, Kotecha SA, Moran MM, Chong JA, Lawson D, et al. TRPV3 is a calcium-permeable temperature-sensitive cation channel. *Nature*. 2002;418:181-6.
335. Xu T, Yao R, Du Ch, Huang X. A method of predicting the dynamic thermal sensation under varying outdoor heat stress conditions in summer. *Build Environ*. 2022;223:109454. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109454.
336. Yamamoto S, Iwamoto M, Inoue M, Harada N. Evaluation of the effect of heat exposure on the autonomic nervous system by heart rate variability and urinary catecholamines. *J Occup Health*. 2007;49:199 –204.
337. Yang Y, Ho HC, Lolli S, Yang X. Editorial: climate change, aerosol pollution and public health risk in an urban context. *Front Clim*. 2022;4:862982. DOI: 10.3389/fclim.2022.862982.
338. Yang Y, Hu L, Zhang R, Zhu X, Wang M. Investigation of students' short-term memory performance and thermal sensation with heart rate variability under different environments in summer. *Build Environ*. 2021;195:107765.
339. Zamzmi G, Rajaraman S, Hsu LY, Sachdev V, Antani S. Real-time echocardiography image analysis and quantification of cardiac indices. *Med Image Anal*. 2022;80:102438.
340. Zeiler W, Vesely M, Vissers D, Li R. Thermal response of different body parts: the fingertip as control sensor for personalized heating. *Energy Procedia*. 2015;78:2766–71.
341. Zhang Y, Yu C, Wang L. Temperature exposure during pregnancy

and birth outcomes: An updated systematic review of epidemiological evidence. *Environmental Pollution*. 2017;225:700-12. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.02.066.

342. Zhao L, Zhou X, Li L, He S, Chen R. Study on outdoor thermal comfort on a campus in a subtropical urban area in summer. *Sustain Cities Soc*. 2016;22:164-70. DOI: 10.1016/j.scs.2016.02.009.

343. Zhu H, Wang H, Liu Z, Li D, Kou G, Li C. Experimental study on the human thermal comfort based on the heart rate variability (HRV) analysis under different environments. *Sci Total Environ*. 2018;616:1124–33.

## ДОДАТОК А

### Список публікацій здобувача:

1. Vadzyuk SN, Kharkovska TV, Huk VO, Dzhyvak VH, Papinko IYa, Nikitina, IM. Prognostic criteria for the selection of individuals with different heat sensitivity. *Wiad Lek.* 2022;75(5):1370–5. DOI: 10.36740/wlek202205225

### **SCOPUS**

2. Вадзюк СН, Гук ВО. Особливості системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*, 2023;1:44–52. DOI: 10.11603/1811-2471.2023.v.i1.13719

3. Вадзюк СН, Гук ВО. Серцево-судинні захворювання в Україні в умовах глобального потепління. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2023;1:32–9. DOI: 10.11603/1681-2786.2023.1.13859

4. Вадзюк СН, Гук ВО, Табас ПС. Функціональні можливості серцево-судинної системи та стресостійкість осіб із різною теплочутливістю. *Фізіологічний журнал*. 2023;69(3):24-30. DOI: 10.15407/fz69.03.024. **SCOPUS**

5. Huk VO, Vadzyuk SN. The influence of the plant adaptogene “Victorin” on the functional state of the cardiovascular system in persons with increased thermal sensitivity. *Art of Medicine*. 2023;26(2):8-13. DOI: 10.21802/artm.2023.2.26.8.

6. Vadzyuk SN, Huk VO, Dzhyvak TV, Sverstiuk AS, Dzhyvak VH, Bondarchuk VI, Hevko UP, Nikitina IM, Herevych NV. Multifactorial regression model for predicting the level of heat sensitivity in healthy young people in the context of global warming. *Wiad Lek.* 2023;76(9):1922-9. DOI: 10.36740/WLek202309104 **SCOPUS**

7. Гук ВО, Харковська ТВ. Особливості автономної регуляції в осіб з різним рівнем теплочутливості. В: *Матеріали XXV міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених*; 2021 Квіт 12-14; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 278.

8. Харковська ТВ, Гук ВО. Тривожність та стресостійкість в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXV міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2021 Квіт 12-14; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 288.

9. Вадзюк СН, Гук ВО. Стан периферичного кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції Довкілля і здоров'я; 2021 Квіт 22-24; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. с. 3-4.

10. Гук ВО. Адаптаційний потенціал та стресостійкість системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали 83-го всеукраїнського наукового медичного конгресу студентів та молодих вчених Медицина XXI сторіччя; 2021 Лист 18-19; Лиман. Краматорськ: ТОВ «Краматорський друкарський дім», 2021. с. 45.

11. Гук ВО. Особливості центральної гемодинаміки в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали 91-ї науково-практичної конференції студентів та молодих вчених із міжнародною участю Інновації в медицині та фармації; 2022 Бер 24-26; Івано-Франківськ; 2022. с. 111.

12. Гук ВО. Стійкість до гіпоксії, витривалість та переносимість фізичних навантажень в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали XXVI міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених; 2022 Квіт 13-15; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2022. с. 190.

13. Вадзюк СН, Гук ВО. Серцево-судинна захворюваність в Україні в умовах глобального потепління. В: Матеріали XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченій 25-річчю Всеукраїнської екологічної ліги, за редакцією проф. Вадзюка С. Н. Довкілля і здоров'я; 2022 Квіт 21-23; Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2022. с. 4-6.

14. Вадзюк СН, Гук ВО. Швидкість проведення збудження по n. medianus в осіб з різною теплочутливістю. В: Матеріали підсумкової LXV науково-практичної конференції Здобутки клінічної та експериментальної

медицини; 2022 Черв 9; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2022. с. 88-89.

15. Вадзюк СН, Гук ВО. Оцінка індивідуальної чутливості до тепла з допомогою опитувальника «Рівні теплочутливості». В: Матеріали пленуму Українського наукового товариства патофізіологів Особливості науково-педагогічного процесу в період пандемії COVID-19; 2022 Вер 15–17; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2022. с. 15-16.

16. Huk VO. Assessment of aerobic productivity, endurance and resistance to adverse environmental factors in persons with different thermal sensitivities. In: Conference proceedings The current state of development of world science: characteristics and features; 2022 Dec 16; Lisbon. Lisbon: Portuguese Republic «Scientia»; 2022. p. 150-151. DOI: 10.36074/scientia-16.12.2022

17. Вадзюк СН, Гук ВО. Оцінка центральної гемодинаміки за допомогою ехокардіографічного методу обстеження в осіб із різною теплочутливістю. В: Матеріали підсумкової LXVI науково-практичної конференції Здобутки клінічної та експериментальної медицини; 2023 Черв 16-17; Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ «Укрмедкнига»; 2023. с. 120-121.

18. Вадзюк СН, Гук ВО. Функціонування серцево-судинної системи в осіб із різною теплочутливістю в умовах глобального потепління. В: Матеріали міжнародної науково – практичної конференції. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу; 2023 Трав 25; Київ. НУБіП України; 2023. с. 41-44.

19. Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО. Авторське право на літературно-письмовий твір наукового характеру №115529 від 1 листопада 2022 року «Опитувальник «Рівні теплочутливості». UANIPIO Special Informational System. Бюл. №74. Доступно на: <https://sis.ukrpatent.org/en/search/detail/1730421/>

20. Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО, Дживак ВГ. Авторське право на літературно-письмовий твір наукового характеру №119974 від 22 червня 2023 року «Методика для встановлення індивідуальної теплочутливості шляхом впливу теплового фактору на організм людини». UANIPiO Special Informational System. Бюл. №76. Доступно на: <https://sis.ukrpatent.org/en/search/detail/1751954/>

## ДОДАТОК Б

### **Відомості про апробацію результатів дисертації:**

- XXV міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених (Тернопіль, 12-14 квітня 2021 р.) – *2 публікації та усна доповідь*;
- XXI Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Довкілля і здоров'я», присвячена 35-й річниці Чорнобильської катастрофи (Тернопіль, 22-24 квітня 2021 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- 83-й всеукраїнський науковий медичний конгрес студентів та молодих вчених «Медицина XXI сторіччя», присвячений 91-й річниці Донецького національного медичного університету та 91-й річниці студентського наукового товариства імені професора М. Д. Довгялло (Лиман, 18-19 листопада 2021 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- 91-а науково-практична конференція студентів та молодих вчених із міжнародною участю «Інновації в медицині та фармації» (Івано-Франківськ, 24-26 березня 2022 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- XXVI міжнародний медичний конгрес студентів та молодих вчених (Тернопіль, 13-15 квітня 2022 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- XXII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, присвячена 25-річчю Всеукраїнської екологічної ліги, за редакцією проф. Вадзюка С. Н. «Довкілля і здоров'я» (Тернопіль, 21-23 квітня 2022 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- підсумкова LXV науково-практична конференція «Здобутки клінічної та експериментальної медицини» (Тернопіль, 9 червня 2022 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- пленум Українського наукового товариства патофізіологів «Особливості науково-педагогічного процесу в період пандемії COVID-19» (Тернопіль, 15-17 вересня 2022 р.) – *публікація та усна доповідь*;

- міжнародна науково-практична інтернет-конференція «The current state of development of world science: characteristics and features» (Лісабон, 16 грудня 2022 р.) – *публікація*;
- підсумкова LXVI науково-практична конференція «Здобутки клінічної та експериментальної медицини» (Тернопіль, 16-17 червня 2023 р.) – *публікація та усна доповідь*;
- міжнародна науково – практична конференція «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу» (Київ, 25 травня 2023 р.) – *публікація*.



## ДОДАТОК В.1

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
 Проректор з наукової роботи  
 Тернопільського національного медичного  
 університету ім. І.Я. Горбачевського  
 проф. Крид І.М.  
 2023 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. **Пропозиція для впровадження:** Опитувальник «Рівні теплочутливості».
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.  
**Розроблювач:** Гук В.О.  
**Джерела інформації:**
  - Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературно-письмовий твір наукового характеру № 115529 від 1 листопада 2022 року «Опитувальник «Рівні теплочутливості».
  - Vadzyuk SN, Kharkovska TV, Huk VO, Dzhyvak VH, Papinko IYa, Nikitina IM. Prognostic Criteria for the Selection of Individuals with Different Heat Sensitivity. Wiad Lek. 2022;75(5):1370-5. DOI: <https://doi.org/10.36740/wlek202205225>.**Базова установа, яка проводить впровадження:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.
3. **Результати застосування:** пропозиції за період з вересня 2023 р. по грудень 2023 р. Матеріали використовуються в навчальному процесі кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки.
4. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3):** Використання результатів наукових досліджень у навчальному процесі дозволяє розширити знання студентів щодо оцінки індивідуальної чутливості до теплового фактора.
5. Зауваження, пропозиції: не вносились.
6. Затверджено на засіданні кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки, протокол №12 від 21 вересня 2023 року.

Завуч кафедри фізіології  
 з основами біоетики та біобезпеки



доц. Папінко І.Я.

## ДОДАТОК В.2

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
 Проректор з наукової роботи  
 Тернопільського національного медичного  
 університету ім. І.Я. Горбачевського  
 проф. Килип І.М.  
 «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. **Пропозиція для впровадження:** Методика для встановлення індивідуальної теплочутливості шляхом впливу теплового фактору на організм людини.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.  
**Розроблювач:** Гук В.О.  
**Джерела інформації:**
  - Вадзюк СН, Дживак ТВ, Гук ВО, Дживак ВГ. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на літературно-письмовий твір наукового характеру № 119974 від 22 червня 2023 року «Методика для встановлення індивідуальної теплочутливості шляхом впливу теплового фактору на організм людини».
  - Vadzyuk SN, Kharkovska TV, Huk VO, Dzhyvak VH, Papinko IYa, Nikitina IM. Prognostic Criteria for the Selection of Individuals with Different Heat Sensitivity. Wiad Lek. 2022;75(5):1370-5. DOI: <https://doi.org/10.36740/wlek202205225>.**Базова установа, яка проводить впровадження:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.
3. **Результати застосування:** пропозиції за період з вересня 2023 р. по грудень 2023 р. Матеріали використовуються в навчальному процесі кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки.
4. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелі інформації (п.3):** Використання результатів наукових досліджень у навчальному процесі дозволяє розширити знання студентів щодо оцінки індивідуальної чутливості до теплового фактора.
5. **Зауваження, пропозиції:** не вносились.
6. Затверджено на засіданні кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки, протокол №12 від 21 вересня 2023 року.

Завуч кафедри фізіології  
 з основами біоетики та біобезпеки



доц. Папінко І.Я.

## ДОДАТОК В.3

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

проректор з наукової роботи  
Вінницького національного медичного  
університету імені М.І. Пирогова  
д. м. н., проф. Бласенко О.В.

06.06.2023 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Визначення індивідуальної теплової чутливості.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Гук Вікторія Олегівна
4. **Джерела інформації:**
  - Stepan N. Vadzyuk, Tetiana V. Kharkovska, Viktoria O. Huk, Volodymyr H. Dzhyvak, Ihor Ya. Papinko, Iryna M. Nikitina. Prognostic Criteria for the Selection of Individuals with Different Heat Sensitivity. Wiad Lek. 2022; 75(5): 1370-1375.
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, кафедра нормальної фізіології.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальний рік.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Гук В.О. у навчальному процесі дозволяє використовувати запропоновану методику для встановлення індивідуальної реакції на дію теплового фактора.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальний за впровадження  
завідувач кафедри нормальної фізіології  
Вінницького національного медичного  
університету імені М.І. Пирогова  
д. м. н., професор

*М. Молоч* Йолтухівський М.В.



## ДОДАТОК В.4

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

проректор ЗВО з наукової роботи  
Вінницького національного медичного  
університету імені М.І. Пирогова  
д. м. н., проф. Власенко О.В.

06.06.2023



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Стан центральної та периферійної гемодинаміки в осіб із різною теплочутливістю.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Гук Вікторія Олегівна
4. **Джерела інформації:**
  - Вадзюк, С. Н., & Гук, В. О. (2023). ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ В ОСІБ З РІЗНОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*, (1), 44–52. <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2023.v.i1.13719>
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, кафедра нормальної фізіології.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальний рік.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Гук В.О. у навчальному процесі дозволяє показувати вплив підвищення середньорічної температури навколишнього середовища на діяльність серцево-судинної системи осіб із вищою та нижчою чутливістю до теплового фактора.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальний за впровадження  
завідувач кафедри нормальної фізіології  
Вінницького національного медичного  
університету імені М.І. Пирогова  
д. м. н., професор

 Йолтухівський М.В.

## ДОДАТОК В.5

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. проректора з наукової роботи  
Івано-Франківського національного  
медичного університетуД.мед.н., проф. Гетяна ДМИТРИШИН  
« 20 березня 2023р.

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Стан центральної та периферійної гемодинаміки в осіб із різною теплочутливістю.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Гук Вікторія Олегівна
4. **Джерела інформації:** Вадзюк СН, Гук ВО. Особливості системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2023;(1):44-52. <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2023.v.i1.13719>
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра фізіології.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальний рік.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Гук В.О. у навчальному процесі дозволяє показувати вплив підвищення середньорічної температури довкілля на діяльність серцево-судинної системи осіб із вищою та нижчою чутливістю до теплового фактора.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальна за впровадження  
завідувач кафедри фізіології  
Івано-Франківського національного  
медичного університету  
д.мед.н., проф.

Наталія ВОРОНИЧ-СЕМЧЕНКО

## ДОДАТОК В.6



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Стан центральної та периферійної гемодинаміки в осіб із різною теплочутливістю.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Гук Вікторія Олегівна
4. **Джерела інформації:**
  - Вадзюк, С. Н., & Гук, В. О. (2023). ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ КРОВООБИГУ В ОСІБ З РІЗНОЮ ТЕПЛОЧУТЛИВІСТЮ. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*, (1), 44–52. <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2023.v.i1.13719>
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Ужгородський національний університет, кафедра фізіології та патофізіології.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальний рік.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Гук В.О. у навчальному процесі дозволяє показувати вплив підвищення середньорічної температури навколишнього середовища на діяльність серцево-судинної системи осіб із вищою та нижчою чутливістю до теплового фактора.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальний за впровадження  
 Завідувач кафедри фізіології та патофізіології  
 ДВНЗ «Ужгородський національний університет»  
 д. б. н., професор

Фекета В.П.



## ДОДАТОК В.7

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Дніпровського державного  
медичного університету,

Академік НАМН України,

д.мед.н., професор



Т.О.Перцева

20\_\_ р.

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи до навчального процесу

1. **Пропозиція для впровадження:** Визначення індивідуальної теплової чутливості.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра фізіології з основами біоетики та біобезпеки, м. Тернопіль, вул. Юліуша Словацького, 2, 46001, Україна.
3. **Розроблювач:** Гук Вікторія Олегівна
4. **Джерела інформації:**
  - Stepan N. Vadzyuk, Tetiana V. Kharkovska, Viktoria O. Huk, Volodymyr H. Dzhyvak, Ihor Ya. Papinko, Iryna M. Nikitina. Prognostic Criteria for the Selection of Individuals with Different Heat Sensitivity. Wiad Lek. 2022; 75(5): 1370-1375.
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** Дніпровський державний медичний університет, кафедра фізіології.
6. **Термін впровадження:** 2022/2023 навчальні роки.
7. **Включено:** у лекційний курс та практичні заняття.
8. **Результати впровадження:** Використання результатів дослідження Гук В.О. у навчальному процесі дозволяє використовувати запропоновану методику для встановлення індивідуальної реакції на дію теплового фактора.
9. **Зауваження та пропозиції:** немає.

Відповідальний за впровадження:

завідувач кафедри фізіології

Дніпровського державного

медичного університету

д.мед.н., професор

Родинський О.Г.