



УДК 612.13

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.8>

ВПЛИВ ГРАДУЙОВАНОЇ ПАСИВНОЇ ОРТОПРОБИ НА ГЕМОДИНАМІКУ ЗДОРОВИХ ЧОЛОВІКІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСУ

Р. А. Циганник¹, С. О. Коваленко²

Проявом загальнобіологічної закономірності реактивності є здатність серцево-судинної системи людини змінювати параметри своєї діяльності відповідно до змін умов зовнішнього середовища. Разом з цим для біологічних систем в цілому та гемодинаміки зокрема характерна мінливість. Тому дослідження змін гемодинаміки на стандартні навантаження у осіб різних типологічних особливостей вегетативної регуляції є актуальною проблемою біології та має практичне значення для створення оптимальних умов життєдіяльності людини. Метою роботи було дослідити особливості змін центральної гемодинаміки при пасивній градуальній ортопробі у здорових чоловіків з різним рівнем вегетативного тонусу. Вимірювання артеріального тиску, серцевого викиду, фазового аналізу серцевого тиску здійснювали при градуальній (15°, 30°, 45°, 60°) пасивній ортопробі та у період відновлення після неї на 76 здорових молодих чоловіках віком 18–25 років.

Показники серцевої діяльності реєстрували методами електрокардіографії та торакальної реографії. Рівень вегетативного тонусу оцінювали за варіабельністю серцевого ритму. У здорових молодих чоловіків з різним вихідним рівнем вегетативного тонусу спостерігали відмінності і в рівнях артеріального тиску, серцевого викиду, кардіодинаміки, кровонаповнення органів грудної клітки та, в особливості, тривалості інтервалу RR в спокої лежачи. Показано, що вихідний рівень вегетативного тонусу суттєво впливає на зміни показників центральної гемодинаміки при градуйованій пасивній ортопробі. Реактивність показників гемодинаміки при куті нахилу 60° пасивної ортопроби залежать від вихідного рівня вегетативного тонусу і найбільші у парасимпатотоніків. Вперше проаналізовані особливості реактивності серцево-судинної системи людини на пасивну ортопробу в залежності від вихідного рівня вегетативного тонусу. Виявлені в дослідженні закономірності дозволять збільшити діагностичну цінність тесту пасивної ортопроби та його використання в реабілітації

Ключові слова: пасивна ортопроба, центральна гемодинаміка, вегетативний тонус, варіабельність серцевого ритму.

¹ аспірант кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації
(Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси)
e-mail: roma.tsygannyk@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7955-7343

² доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри спортивних дисциплін
(Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси)
e-mail: kovstas@ukr.net
ORCID: 0000-0002-4631-0464

EFFECT OF GRADED PASSIVE ORTHOTICS ON HAEMODYNAMICS OF HEALTHY MEN WITH DIFFERENT LEVELS OF AUTONOMIC TONE

R. A. Tsygannyk, S. O. Kovalenko

The ability of the human cardiovascular system to change the parameters of its activity in accordance with changes in environmental conditions is a manifestation of the general biological law of reactivity. At the same time, biological systems in general and haemodynamics in particular are characterised by variability. Therefore, the study of changes in haemodynamics to standard loads in individuals with different typological features of autonomic regulation is an urgent problem of biology and is of practical importance for creating optimal conditions for human life. The aim of the study was to investigate the peculiarities of changes in central haemodynamics during tilt-test in healthy men with different levels of autonomic tone. Measurements of blood pressure, cardiac output, and phase analysis of heart pressure were performed during a graded (15°, 30°, 45°, 60°) passive orthotics test and during the recovery period after it in 76 healthy young men aged 18-25 years. Cardiac performance was recorded by electrocardiography and thoracic rheography. The level of autonomic tone was assessed by heart rate variability. In healthy young men with different baseline levels of autonomic tone, differences were observed in the levels of blood pressure, cardiac output, cardiovascular dynamics, chest blood filling and, in particular, the duration of the RR interval at rest lying down. It has been shown that the initial level of autonomic tone significantly affects changes in central haemodynamics during tilt test. The reactivity of haemodynamic parameters at an inclination angle of 60° of the passive orthopaedic test depends on the initial level of autonomic tone and is highest in parasympathotonics. For the first time, the peculiarities of the reactivity of the human cardiovascular system to passive orthotics were analysed depending on the initial level of autonomic tone. The regularities revealed in the study will increase the diagnostic value of the tilt test and its use in rehabilitation.

Key words: tilt test, central haemodynamics, autonomic tone, heart rate variability.

Вступ

Реактивність в біологічних системах відноситься до здатності живих організмів, клітин або біомолекул взаємодіяти з іншими речовинами або подразниками (Islam, 2017). Проявом загальнобіологічної закономірності реактивності є здатність серцево-судинної системи людини змінювати параметри свого функціонування відповідно до змін умов зовнішнього середовища (Lattanzi et al., 2023; Gómez-Medina et al., 2023). Разом з цим для біологічних систем в цілому та гемодинаміки зокрема характерна мінливість, котра за думкою М.Ф. Ковтуна (2018) визначається як кількісні варіації ознак чи параметрів структур, об'єктів, явищ у межах системи однієї якості чи рівня організації. Тому дослідження змін гемодинаміки на стандартні навантаження у осіб різних типологічних особливостей автономної регуляції є актуальною проблемою біології та має практичне значення для створення оптимальних умов життєдіяльності людини.

Робота виконана в межах теми з держреєстрацією «Індивідуальні особливості змін центральної та периферійної гемодинаміки при різних впливах» (№0122U201052).

У сучасній літературі наявна велика кількість досліджень впливу активної ортопроби на гемодинаміку та хвильові її прояви, виконаних в вимірюваннях на різних кон-

тингентах здорових осіб (Коваленко, 2017; Андрощук та ін., 2021). Також велика кількість публікацій присвячена впливу тілт-тесту (пасивної зміни положення тіла догори головою) на гемодинаміку у осіб з вегетативними порушеннями (Jelavić et al., 2015; Cheshire & Goldstein, 2019; Aponte-Becerra & Novak, 2021; Sutton et al., 2021; White et al., 2021).

Також досліджені особливості змін центральної гемодинаміки у осіб з різним рівнем вегетативного тону при пневмокомпресії нижніх кінцівок (Shesterina et al., 2023). Втім аналізу впливу градуальної пасивної ортопроби на кровообіг людей в залежності від рівня вегетативного тону проведено не було. Разом з цим дослідження та врахування індивідуальних відмінностей реактивності серцево-судинної системи на пасивну (за умов виключення скорочення м'язів нижніх кінцівок) ортопробу може підвищити діагностичну цінність такого тесту, а також покращити профілактику порушень здоров'я людини.

Мета роботи – дослідити особливості змін центральної гемодинаміки при пасивній градуальній ортопробі у здорових чоловіків з різним рівнем вегетативного тону.

Матеріал і методи

У вимірюваннях взяли участь 76 чоловіків – студенти Черкаського національного

університету імені Богдана Хмельницького з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1994–2008 рр.), а також наказу МОЗ України № 690 від 23 вересня 2009 року.

Всі вони за даними медичного обстеження були здорові, не мали гострих та хронічних захворювань.

Спочатку на кінцівки та грудну клітку обстежуваного накладали реографічні та електрокардіографічні електроди, манжету для вимірювання артеріального тиску. Після відпочинку в положенні лежачи горизонтально на ортостатичному столі упродовж 5–10 хвилин вимірювали показники гемодинаміки. Вимірювання повторювали на 5-й хвилині після нахилу на 15°, 30°, 45°, 60° та на 20-й хвилині при нахилі 60°, через 5 хвилин після повернення у горизонтальне положення.

Систолічний ($AT_{\text{сис.}}$) та діастолічний ($AT_{\text{диаст.}}$) артеріальний тиск вимірювали за допомогою тонометра Короткова (Reiker, Germany). Середній артеріальний тиск розраховували за формулою Хікема. Для оцінки гемодинамічних показників використовували трансоракальну тетраполярну імпедансну реоплетизмографію. Реоплетизмограму грудної клітки реєстрували на реографі ХАІ-medica standard (ХАІ-medica, Харків, Україна). За сигналами диференційованої реограми грудної клітки та електрокардіограми в програмі цього розробника розраховували наступні показники центральної гемодинаміки.

Тривалість інтервалу RR (t-RR) – відстань між найвищими ділянками зібців R сусідніх кардіоінтервалів.

Ударний індекс (УІ) знаходили шляхом поділу ударного об'єму крові на площу поверхні тіла. Ударний об'єм розраховували за методом Kubichek (Kubichek et al., 1970).

Серцевий індекс (СІ) знаходили шляхом поділу хвилинного об'єму крові на площу поверхні тіла.

З показників кардіодинаміки оцінювали наступні: тривалість фази вигнання ($T_{\text{вигн.}}$), тривалість фази напруження ($T_{\text{напр.}}$), індекс напруження міокарду (ІНМ), об'ємну швидкість серцевого викиду (ОШВ).

Крім цього розраховували рівень кровонаповнення органів грудної клітки (КН) як

відношення квадрату відстані між грудними електродами реографа до квадрату електричного опору грудної клітки.

Рівень вагосимпатичної взаємодії оцінювали за варіабельністю серцевого ритму (ВСР), зокрема, показникові нормалізованого відношення потужності спектру коливань t-RR у діапазоні 0,15–0,4 Гц до потужності спектру у діапазоні 0,04–0,4 Гц – $HF_{\text{норм}}$ (Коваленко, 2017). Показано, що цей показник генетично може бути генетично детермінованим (Shesterina et al., 2023). В досліджуваній групі $HF_{\text{норм}}$ був розподілений нормально. Тому за методом сигнальних відхилень ($\pm 0,5 \sigma$) в групі вимірюваних виділяли три підгрупи: симпатотоніки – з відносним переважанням тону симпатичного відділу автономної нервової системи (АНС) ($HF_{\text{норм}} < 42,9\%$, $n=26$), норма тоніки – з відносно пропорційними впливами на роботу серця симпатичного та парасимпатичного відділів автономної нервової системи ($HF_{\text{норм}}$ від 49,2% до 61,9%, $n=29$) та парасимпатотоніки – з відносним переважанням тону симпатичного відділу автономної нервової системи ($HF_{\text{норм}} > 61,9\%$, $n=21$).

Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою програми Statistica for Windows 12 (Statsoft Inc., Tulsa, USA). Застосовували метод однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Перевірку нормальності розподілу досліджуваних показників проводили за критерієм χ^2 . Для параметричної статистики розраховували середнє арифметичне (M), стандартну похибку вибіркового середнього (m). Вірогідність відмінностей оцінювали за F-критерієм Fisher (Glantz, 2012).

Результати та обговорення

У осіб з різним вихідним рівнем вегетативного тону спостерігали відмінності і в рівнях гемодинамічних показників в спокої лежачи (табл. 1).

Так тривалість інтервалу RR відрізнялась між кожною з груп і була найнижчою у симпатотоніків, а найвищою у парасимпатотоніків. Рівень діастолічного артеріального тиску був вищим у симпатотоніків у порівнянні з нормо- та парасимпатотоніками. Це цілком закономірно і показано як класичними дослідженнями, оскільки індекс вегетативної рівноваги Кердо розраховується з цих показників, так і сучасними порівняннями особливостей методик визначення вегетативного тону за допомогою аналізу характеристик ВСР (Androshchuk & Zavorodnia, 2018).

Таблиця 1

Рівні показників центральної гемодинаміки у здорових молодих чоловіків з різним рівнем вегетативного тонусу

Показники	Групи за рівнем тонусу АНС		
	I, n=26	II, n=29	III, n=21
t-RR, мс	0,82±0,018	0,945±0,025*	1,068±0,04**
АТ _{діаст.} , мм рт.ст.	79,04±1,24	76,21±1,13*	75,25±1,28*
УІ, мл/м ²	33,55±3,76	34,07±3,72	46,64±4,81**
СІ, л/м ² ·хв	2,46±0,24	2,156±0,218	2,67±0,225#
T _{вигн.} , мс	0,25±0,005	0,259±0,008	0,275±0,009*
T _{напр.} , мс	0,127±0,004	0,117±0,003*	0,116±0,004*
ІНМ, %	33,62±0,89	31,52±0,92*	29,89±0,84*
ОШВ, мл/сек	238,40±21,76	220,92±20,80	290,19±29,47**
КН, у.о.	30,56±1,93	26,41±1,55*	31,66±2,22#

Примітка. * – $p < 0,05$ у порівнянні з I; # – $p < 0,05$ у порівнянні з II

Для показників серцевого викиду було характерне більш високе значення СІ і, особливо УІ у парасимпатотоніків у порівнянні з іншими типологічними групами. Це може пояснюватись значною часткою впливу гетерометричних механізмів на роботу серця у них (Цибенко, 2010).

При цьому T_{вигн.} було меншою, а T_{напр.} та ІНМ були вищими у симпатотоніків, що свідчить про більшу напруженість та меншу економічність в роботі серця у них.

ОШВ була значно більшою у парасимпатотоніків. Рівень кровонаповнення органів грудної клітки був найнижчим у нормотоніків у порівнянні з особами крайніх груп.

Аналіз динаміки тривалості інтервалу RR упродовж тесту градуйованої пасивної ортопроби показав наступне (рис. 1). При положенні 15° відмінності між групами зберігаються, за впливах 30° та 45° – між симпатотоніками та парасимпатотоніками нівелюються. При впливі перших 10 хвилин на рівні 60° відсутні між всіма групами, а при поверненні в горизонтальне положення відбувається відновлення цього показника до вихідних рівнів та відмінностей у всіх типологічних групах.

Діастолічний артеріальний тиск збільшувався у всіх досліджуваних групах пропорційно куту нахилу тулуба. Відмінності

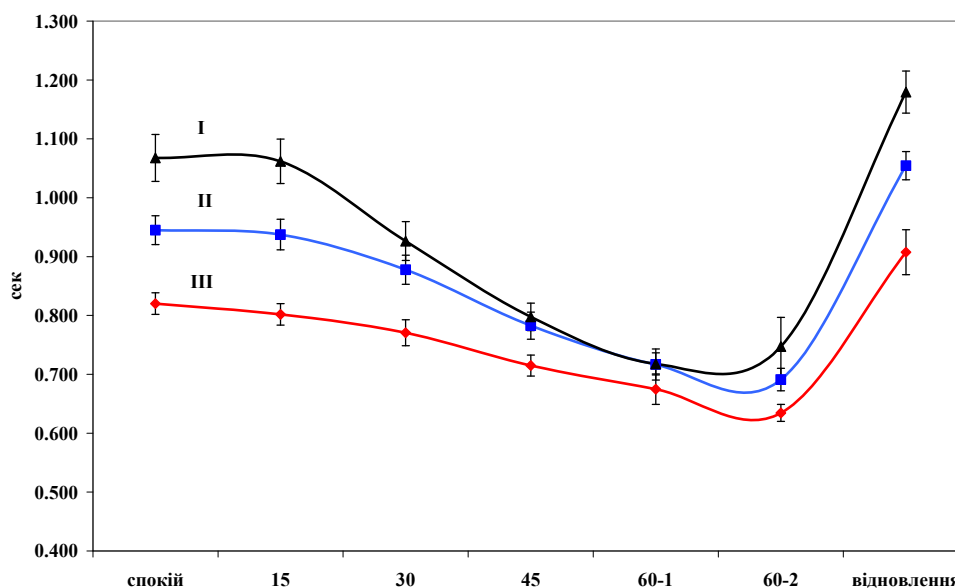


Рис. 1. Зміни тривалості інтервалу RR при градуальній пасивній ортопробі в осіб із різним рівнем вегетативного тонусу. I – симпатотоніки, II – нормотоніки, III – парасимпатотоніки

між групами, характерні у спокої лежачи, при цьому зберігаються. При поверненні в положення лежачи повного відновлення цього показника до вихідного рівня не спостерігається.

Суттєвими були зміни УІ у всіх групах при градуїзованій ортопробі досягаючи мінімуму на 20-й хвилині в положенні тулуба 60°: для I з $33,55 \pm 3,76$ мл/м² до $16,18 \pm 1,40$ мл/м² ($p < 0,001$), для II – з $34,07 \pm 3,72$ мл/м² до $20,73 \pm 3,11$ мл/м² ($p < 0,001$) та для III – з $46,64 \pm 4,81$ мл/м² до $21,03 \pm 2,68$ мл/м² ($p < 0,001$). При цьому підвищення частоти серцевих скорочень не компенсувало зниження цього показника та СІ при максимальному навантаженні тесту знижувався у всіх групах. Відмінності між групами за вихідним рівнем вегетативного тонузу нівелювались.

Фазовий аналіз структури серцевого циклу у вимірюваних осіб виявив наступні закономірності. Період вигнання у всіх групах при максимальному нахилі знижувався, у найбільшому ступені у парасимпатотоніків. При переході в горизонтальне положення після проби відмічені вірогідні відмінності між його рівнями у всіх трьох групах: у I – $0,238 \pm 0,011$ сек, II – $0,269 \pm 0,008$ сек та III – $0,290 \pm 0,011$ сек. Фаза напруження та ІНМ збільшувався у всіх групах до рівня 45°. Для ІНМ при

максимальному гравітаційному навантаженні з'являлась відмінність між значеннями для II та III груп (рис. 2).

За цих умов різниці між групами за ОШВ нівелювались. Також нівелювались між групами різниці за рівнем кровонаповнення органів грудної порожнини.

Таким чином, вихідний рівень вегетативного тонузу може суттєво впливати на зміни показників центральної гемодинаміки при градуїзованій пасивній ортопробі.

Важливим було проаналізувати не тільки рівні показників центральної гемодинаміки у осіб з різним рівнем вегетативного тонузу, але і їх реактивність при проведенні пасивної градуальної ортопроби. В таблиці 2 представлені зміни показників при куті нахилу 60°.

Так відбувалось більш значне зменшення t-RR у III групі в порівнянні з I та II та у II в порівнянні з I. Зниження УІ було більш виражене у парасимпатотоніків. Разом з цим СІ за цих умов не змінювався тільки у парасимпатотоніків, цілком ймовірно за рахунок менших зрушень кровонаповнення органів грудної клітки. Показники кардіодинаміки у найбільшому ступені змінювались у III групі.

Таким чином, реактивність показників гемодинаміки при куті нахилу 60° пасивної ортопроби залежать від вихідного

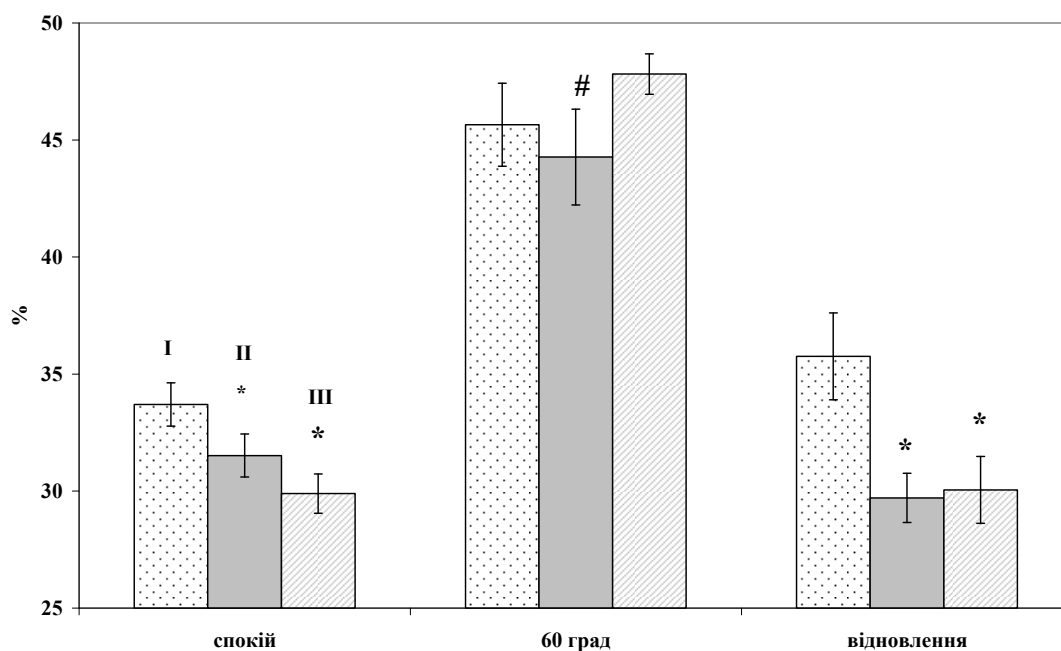


Рис. 2. Рівні індексу напруження міокарду у симпато- (I), нормо- (II) та парасимпатотоніків (III) за різних умов виконання градуальної пасивної ортопроби.

* – $p < 0,05$ у порівнянні з I; # – $p < 0,05$ у порівнянні з II

Таблиця 2

Реактивність гемодинамічних показників в положенні пасивної ортопроби 60° у осіб з різним рівнем вихідного вегетативного тонусу

Показники	Групи за рівнем тонусу АНС		
	I, n=26	II, n=29	III, n=21
t-RR, мс	-0,154±0,032	-0,254±0,021*	-0,320±0,043**
АТ _{діаст.} , мм рт. ст.	16,92±1,69	15,00±1,59	15,25±1,52
УІ, мл/м ²	-17,37±3,09	-13,34±4,08	-25,61±4,27**
СІ, л/м ² ·хв	-0,916±0,177	-0,393±0,279*	-1,027±0,234
T _{вигн.} , мс	-0,074±0,008	-0,059±0,021	-0,089±0,008#
T _{напр.} , мс	0,024±0,006	0,031±0,006	0,053±0,006**
ІНМ, %	11,93±1,49	12,75±2,04	17,93±0,90**
ОШВ, мл/сек	-63,80±19,14	-47,43±17,58	-95,74±20,63#
КН, у.о.	-3,54±1,58	-0,24±0,85	-3,23±1,23#

Примітка. * – p<0,05 у порівнянні з I; # – p<0,05 у порівнянні з II

рівня вегетативного тонусу і найбільші у парасимпатотоніків.

На початку тесту при куті нахилу 15° найбільш показовими були відмінності у реактивності тривалості фази напруження у групах осіб з різним вихідним рівнем вегетативного тонусу: I – 0,002±0,004 сек, II – 0,011±0,003 сек та III – 0,019±0,005 сек.

Аналіз реактивності показників гемодинаміки у період відновлення після проведення

тесту показав парадоксальний ефект зверх відновлення тривалості інтервалу RR у осіб II та III груп, що може обумовлюватись тривалим пригніченням парасимпатичних впливів під час ортопроби (табл. 3). Підтверджений висновок про підвищений рівень діастолічного тиску у всіх групах при цьому. Відмічена високий розкид реакцій відновлення показників УІ, СІ, ІНМ, ОШВ та КН. Причини цього вимагають подальших досліджень.

Таблиця 3

Реактивність гемодинамічних показників у період відновлення після тесту пасивної градуйованої ортопроби у осіб з різним рівнем вихідного вегетативного тонусу

Показники	Групи за рівнем тонусу АНС		
	I, n=26	II, n=29	III, n=21
t-RR, мс	0,084±0,043	0,11±0,016	0,112±0,025
АТ _{діаст.} , мм рт.ст.	4,62±1,11	3,62±0,74	3,00±1,22
УІ, мл/м ²	0,76±3,66	4,69±3,23	2,16±5,23
СІ, л/м ² ·хв	-0,387±0,204	0,014±0,184*	-0,294±0,209
T _{вигн.} , мс	-0,013±0,012	0,01±0,007*	0,015±0,01*
T _{напр.} , мс	-0,004±0,007	-0,004±0,004	0,007±0,006#
ІНМ, %	0,76±2,44	-1,81±1,05	0,16±1,34
ОШВ, мл/сек	17,19±34,56	20,32±15,47	-6,99±14,01
КН, у.о.	-2,47±1,82	0,71±1,00*	-1,45±1,40

Примітка. * – p<0,05 у порівнянні з I; # – p<0,05 у порівнянні з II

Висновки

1. У здорових молодих чоловіків з різним вихідним рівнем вегетативного тонусу спостерігали відмінності і в рівнях артеріального тиску, серцевого викиду, кардіодинаміки, кровонаповнення органів грудної клітки та, в особливості, тривалості інтервалу RR в спокої лежачи.

2. Показано, що вихідний рівень вегетативного тонусу може суттєво впливати на зміни показників центральної гемодинаміки при градуйованій пасивній ортопробі.

3. Реактивність показників гемодинаміки при куті нахилу 60° пасивної ортопроби залежать від вихідного рівня вегетативного тонусу і найбільші у парасимпатотоніків.

4. На початку тесту при куті нахилу 15° найбільш показовими були відмінності у реактивності тривалості фази напруження у групах осіб з різним вихідним рівнем вегетативного тонусу: I – 0,002±0,004 сек, II – 0,011±0,003 сек та III – 0,019±0,005 сек.

5. Аналіз реактивності показників гемодинаміки у період відновлення після прове-

дення тесту показав парадоксальний ефект обумовлюватись тривалим пригніченням зверх відновлення тривалості інтервалу RR парасимпатичних впливів під час пасивної у нормо- та парасимпатотоніків, що може ортопроби.

Список використаної літератури

Андрощук О.І., Кудій Л.І., Рибалко А.В., Черненко Н.П. Хвильова структура серцевого ритму при ортопробі у осіб з різним рівнем вегетативного тону. *Вісник Черкаського університету. Серія біологічні науки*. 2021. № 1. С. 4–11. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-4-11>.

Коваленко С.О. Характеристика та теоретичні основи методів аналізу варіабельності серцевого ритму. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2017. № 2. С. 223–233. <https://doi.org/10.26693/jmbs02.02.223>.

Ковтун М.Ф. Мінливість, змінюваність, еволюція. *Вісник Черкаського університету. Серія біологічні науки*. 2018. № 1. С. 49–59. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2-49-59>.

Цибенко В.О. Кровообіг. Фізіологія з основами патофізіології. Черкаси. Черкаський ЦНП. 2010. 295 с.

Androshchuk O.I., Zavhorodnia V.A. Correlation of vegetative tone indicator with Kerdo index and heart rate variability. *Вісник Черкаського університету. Серія біологічні науки*. 2018. № 1. С. 3–6. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-1-3-6>.

Aponte-Becerra L., Novak P. Tilt Test: A Review. *J Clin Neurophysiol*. 2021. № 38 (4). P. 279–286. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000625>.

Cheshire W.J., Goldstein D. Autonomic uprising: the tilt table test in autonomic medicine. *Clin Auton Res*. 2019. № 29 (2). P. 215–230. <https://doi.org/10.1007/s10286-019-00598-9>.

Glantz S.A. Primer of biostatistics. 7th edition, McGraw-Hill: Medical, New York, 2012, 320 p.

Gómez-Medina A., Lozano-Castillo A., Valencia S. Statistics, Cerebrovascular Reactivity, and Prior COVID-19. *AJR Am J Roentgenol*. 2023. 221 (3). 399. <https://doi.org/10.2214/AJR.23.29355>.

Islam M.T. Radiation interactions with biological systems. *Int J Radiat Biol*. 2017. 93 (5). 487–493. <https://doi.org/10.1080/09553002.2017.1286050>.

Jelavić M., Babić Z., Hećimović H., Erceg V., Pintarić H. The role of tilt-table test in differenteal diagnosis of unexplained syncope. *Acta Clin Croat*. 2015. № 54 (4). P. 417–423.

Kubichek W.G., Patterson R.P., Wetsol D.A. Impedanse cardiography as a noninvasive method of monitoring cardiac function and other parameters of the cardiovascular system. *Ann. N.Y. Acad. Sci*. 1970. № 2. P. 724–732.

Lattanzi S., Słomka A., Divani A.A. Blood Pressure Variability and Cerebrovascular Reactivity. *Am J Hypertens*. 2023. 36 (1). 19–20. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpac114>.

Shesterina D.V., Palamarchuk A.L., Kovalenko S.O. The effect of low-intensity intermittent pneumatic compression in persons with different types of regulation of the autonomic nervous system on central hemodynamics. *Fiziol. Zh*. 2023. 69 (3). 92–98. <https://doi.org/10.15407/fz69.03.092>.

Sutton R., Fedorowski A., Olshansky B., Gert van Dijk J., Abe H., Brignole M., de Lange F., Kenny R., Lim P., Moya A., Rosen S., Russo V., Stewart J., Thijs R., Benditt D. Tilt testing remains a valuable asset. *Eur Heart J*. 2021. № 42 (17). P. 1654–1660. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab084>.

White L., Jones H., Davies A. What is a tilt table test and why is it performed during the investigation of syncope? *Br J Hosp Med (Lond)*. 2021. № 82 (10). P. 1–7. <https://doi.org/10.12968/hmed.2020.0462>.

References (translated & transliterated)

Androshchuk, O.I., Kudii, L.I., Rybalko, A.V., & Chernenko, N.P. (2021). Khvylova struktura sertshevoho rytmu pry ortoprobi u osib z riznym rivnem vehetatyvnoho tonusu [Wave structure of heart rhythm during orthoprosthesis in individuals with different levels of autonomic tone]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriiia biolohichni nauky [Bulletin of Cherkasy University. Series of biological sciences]*, 1, 4–11. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-4-11> [in Ukrainian].

Kovalenko, S.O. (2017). Kharakterystyka ta teoretychni osnovy metodiv analizu variabelnosti sertshevoho rytmu [Characteristics and theoretical foundations of methods for analysing heart rate

variability]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu [Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports]*, 2, 223–233. <https://doi.org/10.26693/jmbs02.02.223> [in Ukrainian].

Kovtun, M.F. (2018). Minlyvist, zminiuvanist, evoliutsiia [Variability, changeability, evolution]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Serii biologichni nauky [Bulletin of Cherkasy University. Series of biological sciences]*, 1, 49–59. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2-49-59> [in Ukrainian].

Tsybenko, V.O. (2010). Krovoobih. Fiziolohiia z osnovamy patofiziolohii [Blood circulation. Physiology with the basics of pathophysiology]. *Cherkasy. Cherkaskyi TsNII [Cherkasy. Cherkasy Scientific Information Centre]*. 295 p. [in Ukrainian].

Androshchuk, O.I., & Zavorodnia, V.A. (2018). Correlation of vegetative tone indicator with Kerdo index and heart rate variability. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Serii biologichni nauky [Bulletin of Cherkasy University. Series of biological sciences]*, 1, 3–6. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-1-3-6> [in English].

Aponte-Becerra, L., & Novak, P. (2021). Tilt Test: A Review. *J Clin Neurophysiol.* 38 (4), 279–286. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000625> [in English]

Cheshire, W.J., & Goldstein, D. (2019). Autonomic uprising: the tilt table test in autonomic medicine. *Clin Auton Res.*, 29 (2), 215–230. <https://doi.org/10.1007/s10286-019-00598-9> [in English].

Glantz, S.A. (2012). *Primer of biostatistics*. 7th edition, McGraw-Hill: Medical, New York, 320 p. [in English].

Gómez-Medina, A., Lozano-Castillo, A., & Valencia, S. (2023). Statistics, Cerebrovascular Reactivity, and Prior COVID-19. *AJR Am J Roentgenol.* 221 (3), 399. <https://doi.org/10.2214/AJR.23.29355> [in English].

Islam, M.T. (2017). Radiation interactions with biological systems. *Int J Radiat Biol.*, 93 (5), 487–493. <https://doi.org/10.1080/09553002.2017.1286050> [in English].

Jelavić, M., Babić, Z., Hećimović, H., Erceg, V., & Pintarić, H. (2015). The role of tilt-table test in differential diagnosis of unexplained syncope. *Acta Clin Croat*, 54 (4), 417–423 [in English].

Kubichek, W.G., Patterson, R.P., & Wetsol, D.A. (1970). Impedance cardiography as a noninvasive method of monitoring cardiac function and other parameters of the cardiovascular system. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 2, 724–732 [in English].

Lattanzi, S., Słomka, A., & Divani, A.A. (2023). Blood Pressure Variability and Cerebrovascular Reactivity. *Am J Hypertens*, 36 (1), 19–20. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpac114> [in English].

Shesterina, D.V., Palamarchuk, A.L., & Kovalenko, S.O. (2023). The effect of low-intensity intermittent pneumatic compression in persons with different types of regulation of the autonomic nervous system on central hemodynamics. *Fiziol. Zh.*, 69 (3), 92–98. <https://doi.org/10.15407/fz69.03.092> [in English].

Sutton, R., Fedorowski, A., Olshansky, B., Gert van Dijk, J., Abe, H., Brignole, M., de Lange, F., Kenny, R., Lim, P., Moya, A., Rosen, S., Russo, V., Stewart, J., Thijs, R., & Benditt, D. (2021). Tilt testing remains a valuable asset. *Eur Heart J.*, 42 (17), 1654–1660. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab084> [in English].

White, L., Jones, H., & Davies, A. (2021). What is a tilt table test and why is it performed during the investigation of syncope? *Br J Hosp Med (Lond)*, 82 (10), 1–7. <https://doi.org/10.12968/hmed.2020.0462> [in English].

Отримано: 26.04.2024
Прийнято: 03.05.2024