

### АДАПТАЦІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ДО ОРТОСТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ У СТУДЕНТІВ З НАДЛИШКОВОЮ МАСОЮ ТІЛА

**АДАПТАЦІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ДО ОРТОСТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ У СТУДЕНТІВ З НАДЛИШКОВОЮ МАСОЮ ТІЛА** – За допомогою комп'ютерного аналізу серцевого ритму в кліно- та ортостазі проведено обстеження відносно здорових студентів 16–21 року з нормальною і надлишковою масою тіла. Встановлено, що реакція організму на ортостаз у хлопців і дівчат з різною масою тіла неоднакова: у студентів з нормальною масою тіла при переході в ортостатичне положення відмічено фізіологічні механізми забезпечення регуляції серцевого ритму; у молодих людей з надлишковою масою тіла, порівняно з нормальною, в ортостазі була менша активність симпатичного відділу автономної нервової системи у роботі серця.

**АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ К ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ В СТУДЕНТОВ С ИЗБЫТОЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА** – С помощью компьютерного анализа сердечного ритма в клино- и ортостазе проведено обследование относительно здоровых студентов 16–21 года с нормальной и избыточной массой тела. Установлено, что реакция организма на ортостаз в юношей и девушек с разной массой тела неодинакова: у студентов с нормальной массой тела при переходе в ортостатическое положение отмечено физиологические механизмы обеспечения регуляции сердечного ритма; у молодых людей с избыточной массой тела, по сравнению с нормальной, в ортостазе была меньшая активность симпатического отдела автономной нервной системы в работе сердца.

**ADAPTATION OF CARDIOVASCULAR SYSTEM TO ORTHOSTATIC LOAD IN THE STUDENTS WITH OVERWEIGHT** – here were observed relatively healthy students aged 16–21 with normal weight and overweight, by help of computer analysis of heart rate in clinostasis and orthostasis position. It was shown, that reaction of organism on orthostasis in boys and girls with different body weight is different: in the students with normal body weight in orthostatic position marked physiological mechanisms of regulation of heart rhythm; in young people with overweight, compared with normal, in orthostasis were lower activity of the sympathetic part of the autonomic nervous system on the cardiac rhythm.

**Ключові слова:** студенти, кардіоінтервалографія, навантаження, маса тіла.

**Ключевые слова:** студенты, кардиоинтервалография, нагрузочные тесты, масса тела.

**Key words:** students, cardiointervalography, load, body weight

**ВСТУП** Зростання індексу маси тіла (ІМТ) є передумовою підвищення артеріального тиску, розвитку ожиріння, серцево-судинних захворювань (ССЗ) [1–4]. Дані вказують на те, що нормалізація маси тіла призводить до зниження гіпертензії у більшій мірі, ніж зменшення вживання солі [5]. У доступній літературі практично не виявлено джерел як змінюються показники кардіоінтервалографії у відповідь на фізичне навантаження у молодих людей, які мають надлишкову масу тіла.

Метою дослідження було за показниками кардіоінтервалографії визначити механізми адаптації серцево-судинної системи в молодих здорових осіб 17–21 років з нормальною та підвищеною масою тіла.

**МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ** Обстежено 128 хлопців і 246 дівчат 16–21 року – студентів ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського”. До осіб із нормальною масою тіла за ІМТ (індекс Кетле) зараховували тих, хто мав індекс Кетле в межах 20–24,9 кг/м<sup>2</sup>. При індексі Кетле 25–29,9 кг/м<sup>2</sup> рахувалося, що студенти мали підвищену масу тіла [6]. Осіб з ожирінням у обстеження не брали. За допомогою комп'ютерного аналізу серцевого ритму приладом для оцінювання АНС “ВНС-Микро” (компанія ООО “Нейрософт”, 1996–2008, Іваново, Росія) аналізували показники кардіоінтервалографії [7]. У кліно- та ортостазі визначали числові характеристики серцевого ритму та індексні (вторинні) показники кардіоінтервалограми: частоту серцевих скорочень (ЧСС, хв<sup>-1</sup>), середнє арифметичне значення тривалості кардіоінтервалів R–R (M, с), сигму (середнє квадратичне відхилення тривалості інтервалів R–R – СК, с<sup>2</sup>), моду (Mo, с), амплітуду моди (АМо, %), медіану (середнє значення тривалості інтервалів R–R – Me, с), варіаційний розмах (ВР, с), індекс вегетативної рівноваги (ІВР, ум. од.), показник адекватності процесів регуляції (ПАПР, ум. од.), вегетативний показник ритму (ВПР, ум. од.), індекс напруження (ІН, ум. од.), співвідношення індексів напруження в орто- та кліностазі (ІН<sub>2</sub>/ІН<sub>1</sub>) і приріст ЧСС в ортостатичній пробі (ΔЧСС, %).

Усі результати дослідження піддавали математичній обробці з використанням параметричних методів статистичного аналізу [8]. Обрахунки проводили на персональному комп'ютері.

**РЕЗУЛЬТАТИ ОБСТЕЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ** При аналізі результатів осіб чоловічої статі (табл. 1) з нормальною і надлишковою масою тіла у лежачому положенні в обох групах не виявлено достовірної різниці показників кардіоінтервалографії.

При переході хлопців з нормальною масою тіла в ортостатичне положення відмічено достовірне зростання показників ЧСС, АМо, ВР, ПАПР, ВПР, ІН, зменшення – М, СК, Мо, Me. Отримані результати вказують на фізіологічну відповідь організму молодих людей на ортостатичне навантаження – зростання активності симпатичного відділу автономної нервової системи (АНС). Збільшення ж активності парасимпатичного відділу АНС може свідчити про його лімітуючий вплив на синусовий вузол при гіперактивації адренергічної ланки регуляції для збалансування регуляторних процесів.

У студентів з надлишковою масою тіла при переході в ортостаз відмічено достовірне зростання ЧСС, зменшення – М, Мо, Me. Отримані результати вказують на меншу активацію симпатичного відділу АНС, яка здійснюється тільки за рахунок гуморальної ланки (виділення катехоламінів наднирковими залозами). Очевидно, що при зростанні маси тіла реакція-

Таблиця 1. Показники кардіоінтервалографії у студентів чоловічої статі з нормальною та надлишковою масою тіла

Показник	Нормальна маса тіла (n=104)		Надлишкова маса тіла (n=24)	
	фон	ортостаз	фон	ортостаз
Індекс Кетле		21,29±0,19		27,00±0,33**
ЧСС, уд./хв	72,31±0,96	95,84±1,24*	72,25±2,29	90,12±2,36*,**
М, с	0,845±0,014	0,643±0,008*	0,857±0,028	0,684±0,019*,**
СК, с <sup>2</sup>	0,071±0,003	0,062±0,003*	0,066±0,006	0,068±0,005
Мо, с	0,851±0,012	0,637±0,010*	0,842±0,027	0,670±0,020*
АМо, %	34,89±0,15	41,03±1,21*	38,50±2,93	39,05±2,28
Ме, с	0,848±0,011	0,641±0,008*	0,853±0,028	0,683±0,019*,**
ВР, с	0,468±0,022	0,606±0,057*	0,471±0,056	0,591±0,100
ІВР, ум. од.	101,26±8,24	117,64±9,22	117,25±19,70	97,68±14,27
ПАПР, ум. од.	42,83±1,75	68,05±2,70*	48,22±4,92	60,84±4,84
ВПР, ум. од.	3,22±0,16	4,35±0,28*	3,39±0,40	3,77±0,48
ІН, ум. од.	63,23±5,33	100,16±8,84*	74,82±14,35	79,08±13,27
ІН <sub>2</sub> /ІН <sub>1</sub>		2,07±0,16		1,69±0,34
Δ ЧСС, %		33,26±1,34		26,55±3,74

Примітки: 1) \* – різниця достовірна порівняно з фоном;

2) \*\* – різниця достовірна порівняно з нормальною масою тіла.

відповідь організму на ортостатичне навантаження є недостатньою, може спричинювати запаморочення при переході в положення стоячи чи тривалому стоянні на одному місці.

Відмічено різницю між групами осіб чоловічої статі з різною масою тіла. При переході юнаків в ортостатичне положення відмічено зростання ЧСС у осіб з надлишковою масою тіла на 124,73 %, нормальною – на 132,54 % (p<0,05), а також, відповідно, більші значення М і Ме. Відмічено також, що в студентів з надлишковою масою тіла, порівняно з нормальною, при переході в ортостатичне положення не змінюються показники СК, АМо, ВР, ПАПР, ВПР та ІН. Отримані результати свідчать про меншу реактивність клітин синусового вузла серця при активації симпатичного відділу АНС у студентів з надлишковою масою тіла. Можливо у них це пов'язано з впливом катехоламінів не тільки на синусовий вузол, але й необхідно для більшої активації триацилгліцерол-ліпази адипоцитів, β<sub>3</sub>-адренорецепторів адипоцитів, судин, скелетних м'язів при зростанні об'єму жирової тканини. Тобто,

навіть незначне фізичне навантаження у молодих людей з надлишковою масою тіла зумовлене недостатньою активністю симпатичного відділу АНС у забезпеченні роботи синусового вузла.

Отже, у молодих людей чоловічої статі з надлишковою масою тіла, порівняно з нормальною, спостерігається адаптація роботи серцево-судинної системи, яка пов'язана із зниженням реактивності синусового вузла у відповідь на ортостатичне навантаження.

При аналізі результатів кардіоінтервалографії в осіб жіночої статі (табл. 2) з нормальною і надлишковою масою тіла у лежачому положенні виявлено достовірно менші показники ЧСС, більші М, Мо, Ме при зростанні маси тіла, що зумовлено нижчою активністю гуморальної ланки симпатичного відділу АНС.

При переході дівчат з нормальною масою тіла в ортостатичне положення відмічено достовірне зростання показників ЧСС, АМо, ПАПР, ВПР, ІН, зменшення – М, Мо, Ме. Отримані результати свідчать про фізіологічну реакцію-відповідь організму молодих людей при ортостатичному навантаженні.

Таблиця 2. Показники кардіоінтервалографії у студентів жіночої статі з нормальною та надлишковою масою тіла

Показник	Нормальна маса тіла (n=215)		Надлишкова маса тіла (n=31)	
	фон	ортостаз	фон	ортостаз
Індекс Кетле		20,64±0,18***		26,88±0,21***,***
ЧСС, уд./хв	76,69±0,96***	94,20±1,06*	70,32±1,50**	84,42±1,36*,**,**
М, с	0,803±0,011***	0,652±0,008*	0,871±0,020**	0,725±0,012*,**
СК, с <sup>2</sup>	0,070±0,005	0,059±0,002	0,062±0,004	0,075±0,004*,**
Мо, с	0,802±0,013***	0,647±0,008*	0,871±0,023**	0,726±0,014*,**,**
АМо, %	37,19±1,01	40,20±1,00*	36,84±2,00	33,44±1,19*,**,**
Ме, с	0,800±0,011***	0,651±0,008*	0,869±0,020**	0,723±0,012*,**
ВР, с	0,469±0,027	0,534±0,038	0,431±0,038	0,834±0,153*
ІВР, ум. од.	107,53±6,82	107,94±6,86	116,45±15,67	60,92±6,29*,**,**
ПАПР, ум. од.	48,52±1,67***	64,42±2,13*	44,00±3,09	46,97±2,20*,**,**
ВПР, ум. од.	3,54±0,17	4,07±0,20*	3,41±0,31	2,45±0,21*,**,**
ІН, ум. од.	71,52±5,03	87,41±6,02*	70,56±10,01	43,32±4,92*,**,**
ІН <sub>2</sub> /ІН <sub>1</sub>		1,65±0,12***		0,99±0,17**
ΔЧСС, %		23,55±1,05***		20,77±1,74

Примітки: 1) \* – різниця достовірна порівняно з фоном;

2) \*\* – різниця достовірна порівняно з нормальною масою тіла;

3) \*\*\* – різниця достовірна порівняно із студентами чоловічої статі.

У студенток з надлишковою масою тіла при переході в ортостаза відмічено достовірне зростання ЧСС, ВР, зменшення – М, СК, Мо, Ме, ІВР, ВПР, ІН. Отримані результати вказують на незначну активацію симпатичного відділу АНС за рахунок гуморальної ланки, зростання парасимпатичних впливів, зменшення регуляторних механізмів. Очевидно, що при збільшенні маси тіла реакція-відповідь організму на ортостатичне навантаження є недостатньою і може спричинювати запаморочення при тривалому стоянні.

Відмічено різницю між групами осіб жіночої статі з різною масою тіла. При переході дівчат у ортостатичне положення виявлено, що в осіб з надлишковою масою тіла значно менші показники ЧСС, АМо, ІВР, ПАПР, ВПР, ІН,  $I_{H_2}/I_{H_1}$ , а також більші значення М, СК, Мо, і Ме. Отримані результати свідчать, що у дівчат при зростанні маси тіла, так як і в хлопців, менший вплив симпатичного відділу АНС на синусовий вузол.

У студенток з надлишковою масою тіла, порівняно з нормальною, при переході в ортостатичне положення змінюються показники СК, ВР, ІВР, залишаються сталими значення АМо, ПАПР, зменшуються, а не зростають показники ВПР та ІН. Тобто це також підтверджує меншу активацію симпатичним відділом АНС синусового вузла серця при ортостатичному навантаженні при надлишковій масі тіла. Зменшення ІН, ВПР в ортостазі може мати несприятливий прогноз, призводити до розвитку ортостатичного колапсу при тривалому стоянні. Тобто у дівчат, так як і юнаків, при ортостатичному навантаженні спостерігається адаптація роботи серцево-судинної системи, яка полягає у зниженні реактивності синусового вузла до впливу катехоламінів.

Також виявлено статеві відмінності показників кардіоінтервалографії. Так, у лежачому положенні при нормальній масі тіла у дівчат, порівняно з хлопцями, відмічено вищі значення ЧСС і ПАПР, менші М, Мо, Ме. Це свідчить про більший вплив у дівчат симпатичного відділу АНС. При надлишковій масі тіла в лежачому положенні різниці не було. В кліностаціонарному положенні у дівчат з нормальною масою тіла, порівняно з хлопцями, були менші значення  $I_{H_2}/I_{H_1}$ ,  $\Delta$  ЧСС, з надлишковою – менші ЧСС, АМо, ІВР, ПАПР, ВПР, ІН, а також більша Мо. Це вказує на нижчий тонус симпатичного відділу АНС у дівчат. Якщо розглядати це з точки зору збільшення активації триацилгліцерол-ліпази адипоцитів,  $\beta_3$ -адренорецепторів адипоцитів при фізичному навантаженні, то, очевидно, у дівчат має бути значно менший індекс Кетле, який свідчить про надлишкову масу тіла. Останнє припущення потребує подальших досліджень на більшому числі обстежених.

Також відмічено статеві відмінності показників кардіоінтервалографії у студентів з надлишковою масою тіла порівняно з нормальною. Так, у лежачому положенні при збільшенні маси тіла зникає статева відмінність наступних показників: у юнаків і дівчат немає різниці ЧСС, М, Мо, Ме, ПАПР. Отримані резуль-

тати вказують на те, що при нормальній масі тіла у студенток жіночої статі, порівняно з чоловічою, вища активність симпатичного відділу АНС на синусовий вузол, різниця ж зникає при зростанні маси тіла. В ортостатичному положенні, навпаки, з'являється статева різниця у наступних показниках: ЧСС, Мо, АМо, ІВР, ПАПР, ВПР, ІН, зникає –  $I_{H_2}/I_{H_1}$ ,  $\Delta$  ЧСС. Отримані результати вказують на меншу активність симпатичного відділу АНС в ортостатичному положенні у дівчат з надлишковою масою тіла порівняно з хлопцями.

Отже, як видно з отриманих даних, із зростанням маси тіла у молодих людей з надлишковою масою тіла, порівняно з нормальною, спостерігається адаптація роботи серцево-судинної системи, яка пов'язана із зниженням реактивності синусового вузла до впливу катехоламінів при ортостатичному навантаженні.

**ВИСНОВКИ** 1. У хлопців і дівчат з нормальною масою тіла при переході в ортостатичне положення відмічено фізіологічні механізми забезпечення регуляції серцевого ритму.

2. У молодих людей з надлишковою масою тіла, порівняно з нормальною, в ортостатичному положенні менша активність симпатичного відділу автономної нервової системи у роботі серця.

**У перспективі** буде проведено регресійний аналіз показників автономної регуляції серцевим ритмом у студентів з різною масою тіла для виявлення норми показника індексу маси тіла у людей 16–21 року.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сидорчук Л. П. Фенотипові прояви артеріальної гіпертензії у хворих із підвищеною масою тіла та ожирінням / Л. П. Сидорчук, А. А. Соколенко, А. М. Петричук // Буковинський медичний вісник. – Т. 16, № 4 (64). – С. 149–153.
2. Effect of BMI and age on adipose tissue cellularity and differentiation capacity in women / V. van Harmelen, T. Skurk, K. Rohrig [et al.] // *Int. J. Obesity*. – 2003. – Vol. 27, № 8. – P. 889–895.
3. Изучение отношения между индексом массы тела и факторами риска хронических заболеваний у городских жителей Бейджина / Fu Ping, Xue Anna, Jian Yuan [et al.] // *Weisheng yanjiu* – J. Hyg. Res. – 2003. – 32, № 4. – P. 363–366.
4. Schunkert H. Obesity and target organ damage / H. Schunkert // *J. Obesity*. – 2002. – Vol. 26, N 4. – P. 15–20.
5. Long-term effects of weight loss and dietary sodium reduction on incidence of hypertension / He Jiang, Whelton Paul k., Appel Lawrence J. [et al.] // *Hypertension*. – 2000. – Vol. 35, № 2. – P. 544–549.
6. Профилактика, диагностика и лечение первичной артериальной гипертонии в Российской Федерации. Первый доклад экспертов Научного общества по изучению артериальной гипертонии, Всероссийского научного общества кардиологов и Межведомственного совета по сердечно-сосудистым заболеваниям (ДАГ I) // *Кардиология*. – 2000. – Т. 40, № 11. – С. 65–96.
7. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В. М. Михайлов. – Изд. второе, перераб. и доп. – Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
8. Вороненко Ю. В. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / Під заг. ред. Ю. В. Вороненка, В. Ф. Москаленка. – Тернопіль : Укрмедкнига. – 2000. – 677 с.

Отримано 27.02.13