

ДИЗРЕГУЛЯЦІЯ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ МОЛОДОГО ВІКУ З НАДЛИШКОВОЮ МАСОЮ ТІЛА

Проведено дослідження параметрів автономної нервової системи (вегетативного тонусу, вегетативної реактивності, вегетативного забезпечення) та показників центральної гемодинаміки (за даними тетраполярої грудної реографії) в юнаків і дівчат з нормальною та надлишковою масою тіла. Показано, що в осіб із надлишковою масою тіла у 2,8 рази ($p < 0,05$) частіше спостерігалась недостатність реактивності парасимпатичного відділу автономної нервової системи. Також в осіб із надлишковою вагою з нормальною вегетативною реактивністю був гіперкінетичний тип гемодинаміки.

Величина систолічного та діастолічного тиску після проведення око-серцевої проби корелювала з індексом маси тіла ($\tau = 0,19$, $p < 0,01$ та $\tau = 0,21$, $p < 0,05$). Співвідношення окружності талії і стегон корелювало з ударним індексом ($\tau = 0,22$, $p < 0,05$). Вегетативний тонус і вегетативне забезпечення діяльності в осіб із надлишковою масою тіла не відрізнялись від відповідних показників в осіб із нормальною масою тіла.

Ключові слова: надлишкова маса тіла, ожиріння, індекс маси тіла (ІМТ), автономна нервова система, юнацький вік.

Вступ

Понад мільярд людей у світі страждають на ожиріння: 650 мільйонів дорослих, 340 мільйонів підлітків і 39 мільйонів дітей. Ця кількість і далі зростає. За оцінками ВООЗ, до 2025 р. приблизно 167 мільйонів людей – дорослих і дітей – стануть менш здоровими через надмірну вагу або ожиріння [1]. За результатами дослідження STEPS [2] щодо поширеності чинника ризику неінфекційних захворювань в Україні, кількість людей, які мають надмірну вагу, становить 59,1 %. Ожиріння в молодому віці неминуче призводить до раннього розвитку небажаних патологічних змін з боку серцево-судинної системи [3]. Ожиріння в дітей та юнацтва супроводжується порушенням толерантності до вуглеводів і розвитку діабету 2 типу, патологією ліпідного обміну, обструктивним апное, гіперкоагуляцією, проявом хронічного запалення та розвитком інсулінорезистентності в майбутньому [3]. Показано, що дисфункція вегетативної нервової системи (нарівні з інсулінорезистентністю) є основною сполучною ланкою в розвитку кардіальної автономної нейропатії, симптомів розладу нижніх сечових шляхів та гастроезофагеальної рефлюксної хвороби [4]. Було висунуто припущення, що автономна нервова система (АНС) може відігравати велику роль у координації складної взаємодії гормональних, нервових та метаболічних чинників у разі

ожиріння [5]. Особливості механізмів взаємодії сегментарних відділів АНС та надсегментарних структур АНС в осіб з ожирінням мало вивчено. Патогенетичні зв'язки між надмірною вагою, ожирінням та регуляторним балансом симпатичного та парасимпатичного відділів нервової системи є складними і мають різну інтерпретацію.

Згідно з одним підходом, зменшення активності симпатичної нервової системи (СНС) призводить до збільшення ваги в генетично схильних людей [6]. Зокрема, в експериментальних моделях було встановлено, що ураження гіпоталамуса у тварин зменшує симпатичну і підвищує парасимпатичну активність [7].

Згідно з іншим підходом, ожиріння пов'язане з підвищенням активності симпатичного відділу автономної нервової системи. Показано, що концентрація катехоламінів у крові хворих на ожиріння вища, ніж в осіб із нормальною вагою [8]. Спостерігається збільшення кореляцій між ожирінням і симпатичною гіперактивністю у спокої [9]. Активність симпатичної нервової системи набагато тісніше пов'язана з вісцеральною, ніж із загальною або підшкірною жировою масою [10]. До того ж майже у всіх дослідженнях була група хворих на ожиріння з нормальною симпатичною активністю [11].

Центральне ожиріння характеризується більш сильним підвищенням тонусу СНС порівняно з периферичним ожирінням. Це не пов'язано зі статтю та змінами барорефлекторних механізмів

регуляції, але має сильні зв'язки з інсулінорезистентністю [12].

Отже, у сучасній літературі немає єдиної думки щодо ролі автономної нервової системи в координації гормональних, нервових та метаболічних чинників. Вивчення патогенетичних взаємодій між розвитком ожиріння і балансом симпатичного та парасимпатичного відділів нервової системи є актуальним сьогодні.

Мета дослідження – вивчити функціональний стан симпатичного та парасимпатичного відділів автономної нервової системи в осіб із надлишковою масою тіла та оцінити параметри центральної гемодинаміки залежно від типу вегетативної реактивності серцево-судинної системи.

Матеріали та методи досліджень

У дослідженні брали участь 119 студентів молодших курсів Полтавського державного медичного університету, які належали до однієї етнічної групи. Вік обстежених – $19,5 \pm 0,2$ року, з них 64 особи мали нормальну масу тіла (29 юнаків і 35 дівчат) та 55 осіб – надмірну масу тіла (25 юнаків і 30 дівчат). Попередньо було проведено анкетування та отримано добровільну згоду на участь в обстеженні. Вимірювання систолічного та діастолічного артеріального тиску (САТ і ДАТ) та частоти серцевих скорочень (ЧСС) проводили автоматичним манометром Microlife (Швейцарія), на основі осцилометричного методу. Паралельно здійснювали контроль аускультативно. Умови вимірювання відповідали рекомендаціям Європейського товариства гіпертонії [13].

Антропометричні виміри: зріст, маса тіла, окружність талії та стегон – проводили за загальноприйнятою методикою [14]. Розраховували індекс маси тіла (ІМТ) та масо-ростовий індекс, індекс окружності талії / окружності стегон (ОТ/ОС). Тип відкладення жиру встановлювали за окружністю талії (ОТ) згідно з рекомендаціями ВООЗ [15]. Якщо значення показника ОТ у жінок було ≥ 80 см, а в чоловіків ≥ 94 см, визначали андроїдний тип, у разі нижчих показників – гіноїдний тип відкладення жиру.

Вегетативний тонус визначали обчисленням вегетативного індексу Кердо (ВІК) [16]. Розрахунок вегетативного індексу Кердо здійснювали за формулою:

$$ВІК = \left(1 - \frac{D}{p}\right) \cdot 100,$$

де D – величина діастолічного тиску;

p – частота серцевих скорочень за 1 хв.

У разі повної вегетативної рівноваги (ейтонії) $ВІК = 0 \pm 10$. Якщо цей індекс був більше ніж $+10$, то спостерігалось переважання симпатичних впливів автономної нервової системи; якщо його значення було менше за -10 , то спостерігалось підвищення тону парасимпатичного відділу.

Вегетативну реактивність парасимпатичних центрів регуляції серцевого ритму оцінювали за око-серцевим рефлексом Даньїні – Ашнера [16]. Техніка проведення проби: після 15-хвилинного лежання у спокої підраховували ЧСС за 1 хв (вихідний фон). Потім подушечками пальців натискали на обидва очних яблука до появи легкого больового відчуття. Через 15 с після початку натискання підраховували ЧСС пальпаторно протягом 30 с і прораховували на 1 хв.

Оцінювали силу й характер реакції. У нормі під час проведення проби ЧСС сповільнювалася на 6–12 ударів за 1 хв. Більш значне уповільнення ЧСС оцінювали як підвищену вегетативну реактивність (парасимпатичну, вагальну реакцію), уповільнення ЧСС менше за 6 уд./хв оцінювали як знижену вегетативну реактивність. Відсутність уповільнення ЧСС або його прискорення оцінювали як парадоксальну вегетативну реактивність (недостатність парасимпатичного впливу).

Функціональний стан рефлекторних механізмів регулювання гемодинаміки і збудливості центрів симпатичної іннервації оцінювали за активною ортостатичною пробюю [16]. Ортостатична проба проводилася активно і давала змогу оцінити не тільки гемодинамічні, а й інші вегетативні зрушення, що забезпечують перехід із горизонтального стану у вертикальний, а потім і підтримку нового положення. Техніка проведення проби: після п'ятихвилинного перебування у спокої і горизонтальному положенні визначали ЧСС і АТ. Потім пацієнт повільно, без зайвих рухів вставав у зручному положенні. На першій і третій хвилинах у вертикальному положенні вимірювали пульс пальпаторно та АТ за методикою Короткова. Вимірювання проводили автоматичним тонометром Microlife (Швейцарія). Для оцінювання параметрів центральної гемодинаміки проводили тетраполярну грудну реографію [17] із використанням системи комп'ютерного діагностичного комплексу «РЕОКОМ» ХАІ-МЕДИКА (Харків, Україна).

Статистичний аналіз даних нормального розподілу проводили за допомогою параметричної статистики, використовуючи t-критерій надійності Стьюдента. Статистичний аналіз даних вільного розподілу проводили за допомогою методів непараметричної статистики з використанням критерію U Манна – Уїтні. Для аналізу зв'язків

розраховували непараметричний критерій кореляції Кендала. Розрахунок проводили на персональному комп'ютері з використанням програм Microsoft Excel 2007, NCSS 2004.

Результати досліджень та їх обговорення

Ми показали вірогідні відмінності антропометричних показників у юнаків і дівчат в обстежених групах (табл. 1). Маса тіла в юнаків і дівчат із підвищеною масою тіла була на 28 % та 30,8 % відповідно вища порівняно з особами контрольної групи. ІМТ був вищим на 28,4 % у юнаків та на 32,6 % у дівчат порівняно з особами, які мали нормальну масу тіла. Значення індексу ОТ/ОС в осіб із підвищеною масою тіла перевищували показники в контрольній групі на 14,1 % у юнаків та на 19,11 % у дівчат.

Розрахунки ВІК показали, що в молодих осіб із нормальною та надлишковою масою тіла переважав еутонічний тип ВНС: 47,1 % осіб із нормальною масою тіла та 50,0 % осіб із надлишковою масою тіла мали еутонічний тип. Дещо менше траплявся ваготонічний тип: 39,2 % осіб із нормальною масою тіла та 36,4 % осіб із надлишковою масою тіла. Симпатикотонія була в обох групах із приблизно однаковим відсотком.

За даними Н. Nagai, Т. Мацумото, Г. Кіта, Т. Морітані (N. Nagai, Т. Matsumoto, Н. Kita, Т. Moritani) [18], у підлітків з ожирінням вихідний вегетативний тонус був зумовлений переважно парасимпатичним впливом і реєструвався як вихідна ваготонія, тоді як у групі з нормальною масою тіла переважала ейтонія. Симпатикотонію визначали в групах з однаковою частотою.

Таблиця 1. Порівняльна оцінка антропометричних показників в обстежених групах (M±m)

Показники	Особи з нормальною масою тіла (n = 64)		Особи з підвищеною масою тіла (n = 55)	
	юнаки n = 29	дівчата n = 35	юнаки n = 25	дівчата n = 30
Вік, роки	20,4±0,25	20,5±0,28	19,9±0,32	19,42±0,33
Зріст, см	177,0±1,62	166,6±1,12	180,01±1,78	166,24±1,2
Маса тіла, кг	71,0±1,35	58,1±1,31	98,60±3,91*	84,02±2,62*
Індекс маси тіла	22,14±0,20	20,16±0,34	30,09±1,38*	29,91±0,82*
Окружність талії, см	73,45±1,19	70,02±1,12	99,62±3,99*	87,02±1,81*
Окружність стегон, см	97,01±0,52	94,35±1,16	112,08±2,45*	112,02±1,99*
Індекс ОТ/ОС	0,78±0,01	0,72±0,01	0,89±0,02*	0,79±0,01*

* p < 0,05 порівняно з особами з нормальною масою тіла.

За результатами обстеження осіб із підвищеною масою тіла було встановлено, що у 68,0 % обстежених дівчат тип розподілу жиру був абдомінальним, у решти – дифузним. Серед юнаків абдомінальний тип розподілу жирової тканини спостерігався у 56,0 % випадків, в інших обстежених були різні варіанти поєднання загального й абдомінального розподілу.

Ми не виявили статистично значущих відмінностей вегетативного тону у юнаків і дівчат, тому далі не ділили обстежуваних на групи за статтю. За ВІК визначали 3 типи вегетативного тону: симпатикотонічний, ваготонічний, еутонічний (табл. 2).

Проте К. Деві (K. P. Davy) і Дж. Опп (J. S. Orr) [19] частіше спостерігали активацію симпатичної нервової системи, що також відрізняється від наших даних.

Відомо, що у разі змін зовнішніх і внутрішніх чинників змінюється вегетативна реактивність (ВР) автономної нервової системи, що дає уявлення про адаптацію організму до змін середовища. Оцінювання вегетативної реактивності серцево-судинної системи проводили за показниками змін у пробі Даньїні – Ашнера (око-серцевий рефлекс), яка давала змогу оцінити збудливість парасимпатичних центрів регуляції серцевого ритму (табл. 3).

Таблиця 2. Середні значення ВІК і тип вегетативного тону у молодих осіб із нормальною та надлишковою масою тіла (M±m)

Тип вегетативного тону	Група з нормальною масою тіла			Група з надлишковою масою тіла		
	абс.	%	Середні значення ВІК, ум. од.	абс.	%	Середні значення ВІК, ум. од.
Симпатикотонічний	9	13,7	15,80±1,22	8	13,6	14,82±1,56
Ваготонічний	25	39,2	-19,92±2,6	20	36,4	-25,61±3,12
Еутонічний	30	47,1	-0,13±1,08	27	50,0	-0,76±1,16

* p < 0,05 порівняно з особами з нормальною масою тіла.

Таблиця 3. Порівняння вегетативної реактивності в пробі Даныїні – Ашнера в молодих осіб із нормальною та надлишковою масою тіла (M±m)

Тип вегетативної реакції ССС	Група з нормальною масою тіла			Група з надлишковою масою тіла		
	абс.	%	зміни ЧСС, уд./хв	абс.	%	зміни ЧСС, уд./хв
Підвищена реактивність	15	23,5	-19,42±1,41	4	8,3	-20,33±2,03
Знижена реактивність	14	21,6	-3,36±0,28	15	27,7	-3,80±0,57
Нормальна реактивність	9	13,7	-9,14±0,74	12	22,3	-9,13±0,30
Парадоксальна реактивність	26	41,2	9,0±1,86	24	41,7	5,33±0,75*

* $p < 0,05$ порівняно з особами з нормальною масою тіла.

Підвищена вегетативна реактивність серцево-судинної системи (виражена парасимпатична спрямованість) спостерігалася у 23,5 % осіб із нормальною масою тіла. У групі з надлишковою масою тіла кількість осіб із підвищеною вегетативною реактивністю становила 8,3 %, що у 2,8 раза ($p < 0,05$) менше. Отже, більшість осіб із надмірною масою тіла мала недостатню реактивність парасимпатичного відділу автономної нервової системи. Показово, що парадоксальна реактивність (що характеризує недостатність парасимпатичного відділу АНС) спостерігалася в обох групах з однаковою частотою. Однак в осіб із парадоксальною вегетативною реактивністю при око-серцевому рефлексі Даныїні – Ашнера в групі з надлишковою масою тіла виявлено достовірно менше підвищення ЧСС, ніж у контрольній групі.

Отже, виявлені нами в більшості осіб із надлишковою масою тіла ознаки зміненої вегетативної реактивності вказували на дисфункцію парасимпатичного відділу АНС та можливу дисфункцію неспецифічних регуляторних (лімбіко-ретиккулярних) відділів мозку.

Також ми провели оцінювання параметрів центральної гемодинаміки (за даними тетраполярної грудної реографії). Всіх обстежених поділили на групи залежно від типу вегетативної реактивності серцево-судинної системи.

В осіб із надлишковою масою тіла та підвищеною вегетативною реактивністю збільшувався хвилинний об'єм крові та пульсовий тиск у 1,5 раза ($p < 0,05$), спостерігалася тенденція до зростання ударного об'єму крові та інотропної функції серця. В осіб із нормальною вегетативною реактивністю спостерігалася збільшення

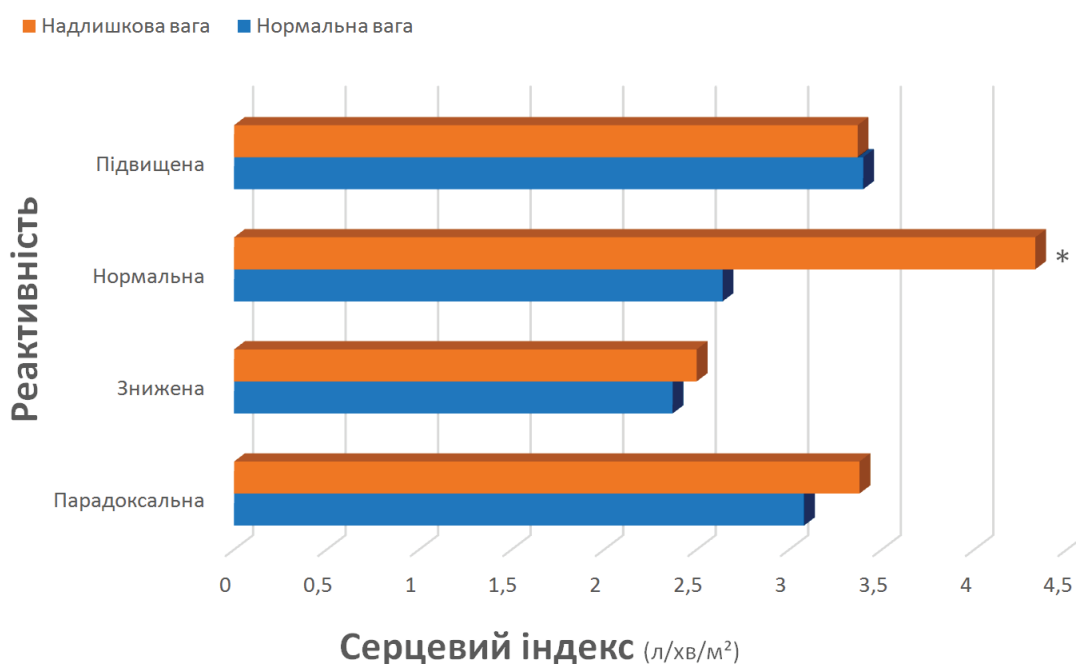


Рис. 1. Величина серцевого індексу (л/хв/м²) за даними тетраполярної грудної реографії в осіб із надлишковою масою тіла залежно від вегетативної реактивності серцево-судинної системи
* $p < 0,05$ – різниця статистично значуща порівняно з групою осіб із нормальною масою тіла

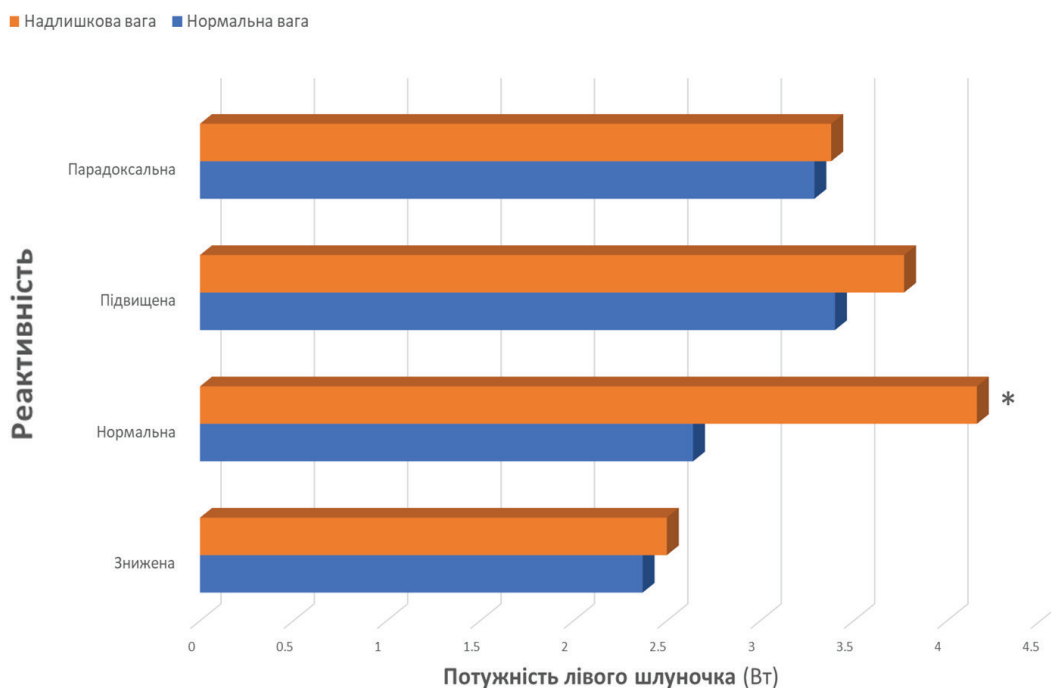


Рис. 2. Потужність лівого шлуночка (Вт) за даними тетраполярної грудної реографії в осіб із надлишковою масою тіла залежно від вегетативної реактивності серцево-судинної системи
* $p < 0,05$ – різниця статистично значуща порівняно з групою осіб із нормальною масою тіла

серцевого індексу в 1,5 раза ($p < 0,05$), потужності лівого шлуночка в 1,6 раза ($p < 0,05$) і зростання середнього артеріального тиску порівняно з особами, які мали нормальну масу тіла. Також спостерігалось зростання серцевого викиду крові у разі підвищення загального периферичного судинного опору як компенсаторної реакції підтримки на належному рівні системного кровотоку [20]. Зважаючи на те, що серцевий індекс є відношенням хвилинного об'єму крові до площі поверхні тіла та характеризує функціональний стан лівого шлуночка [21], вірогідне зростання цього показника вказувало на гіперкінетичний тип гемодинаміки в осіб із надлишковою масою тіла в групі з нормальною вегетативною реактивністю (рис. 1, 2). У групах із парадоксальною та підвищеною реактивністю серцево-судинної системи спостерігався нормокінетичний тип гемодинаміки.

Величина систолічного та діастолічного тиску після проведення око-серцевої проби істотно залежала від ІМТ ($\tau = 0,19$, $p < 0,01$ та $\tau = 0,21$, $p < 0,05$, відповідно). Співвідношення окружності талії і стегон корелювало позитивно з ударним індексом серця ($\tau = 0,21$, $p < 0,05$). Маса тіла корелювала з коефіцієнтом витривалості серцево-судинної системи ($\tau = 0,22$, $p < 0,05$).

Вегетативне забезпечення діяльності досліджували в активній ортостатичній пробі [16]. За нормального забезпечення вегетативної діяльності спостерігалось короткочасне збільшення

систолічного АТ (до 18–20 мм рт. ст.) та збільшення ЧСС до 25–30 за хвилину.

Всі обстежені незалежно від маси тіла реагували на ортостатичну зміну положення тіла з перевагою адренергічних впливів симпатичного відділу автономної нервової системи. Нормальний варіант забезпеченості вегетативної діяльності спостерігався у 66,6 % у групі з нормальною масою тіла та у 60,5 % у групі з надлишковою масою тіла. Недостатній тип вегетативного забезпечення спостерігався у 30,4 % випадків в осіб із нормальною масою тіла та у 34,2 % випадків в осіб із надлишковою масою тіла. Модуль відхилення систолічного артеріального тиску не мав вірогідних відмінностей в обох групах.

Спостерігалися кореляційні зв'язки показників, визначених в ортостатичній пробі з антропометричними даними. Визначався позитивний зв'язок величини систолічного тиску з ІМТ та співвідношенням окружності талії і стегон ($\tau = 0,26$, $p < 0,01$ та $\tau = 0,11$, $p < 0,02$, відповідно). Величина діастолічного тиску після проведення ортостатичної проби залежала від ІМТ та окружності талії ($\tau = 0,23$, $p < 0,01$ та $\tau = 0,19$, $p < 0,01$, відповідно).

Як видно з аналізу літератури, більшість праць присвячено активності симпатичної нервової системи та рівню катехоламінів у крові у разі ожиріння [8,19]. Однак взаємозв'язок між ожирінням

і функцією АНС мав суперечливу оцінку. На нашу думку, автори використовували різні підходи до оцінювання активності сегментарних відділів АНС, можливо, недооцінюючи вплив надсегментарних інтегративних структур АНС, що призвело до різноспрямованих висновків. Вважається, що низька активність АНС є чинником ризику для збільшення маси тіла та розвитку ожиріння. Водночас активація АНС характерна для низки метаболічних і серцево-судинних захворювань, що частіше трапляються у людей з ожирінням [22]. За даними Н. Нагаї та Т. Морітані (N. Nagai, T. Moritani) [23], діти з ожирінням мали знижену активність як симпатичного, так і парасимпатичного відділів АНС порівняно з худими дітьми того самого рівня фізичної активності.

Аналізуючи дані наших досліджень, ми дійшли висновку, що для оцінювання стану АНС потрібно враховувати функції як надсегментарних (лімбіко-гіпоталамічний комплекс), так і сегментарних структур (симпатичного та парасимпатичного відділів).

Висновки

1. Вегетативний тонус (ВІК) не мав статистично значущих відмінностей в осіб із нормальною та надлишковою масою тіла.

2. У більшості осіб із надлишковою масою тіла виявлено змінену вегетативну реактивність з ознаками недостатності парасимпатичного відділу автономної нервової системи. В осіб із надлишковою масою тіла з нормальною вегетативною реактивністю спостерігався гіперкінетичний тип гемодинаміки.

3. Виявлені нами в більшості осіб із надлишковою масою тіла ознаки зміненої вегетативної реактивності вказували на дисфункцію парасимпатичного відділу автономної нервової системи, що може бути виявом дисфункції неспецифічних надсегментарних (лімбіко-ретикулярних) відділів мозку.

4. Вегетативне забезпечення діяльності (за активною ортостатичною пробою) в осіб із надлишковою масою тіла не відрізнялося від відповідних показників в осіб із нормальною масою тіла.

5. Виявлено позитивні кореляційні зв'язки між величиною систолічного і діастолічного тиску після проведення око-серцевої проби та ІМТ; співвідношенням окружності талії і стегон та ударним індексом.

6. Під час оцінювання стану АНС в осіб із надлишковою масою тіла потрібно брати до уваги функції як надсегментарних (лімбіко-гіпоталамічний комплекс), так і сегментарних структур (симпатичного та парасимпатичного відділів).

Список літератури

- World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. [Updated 2023]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- United Nations Ukraine. STEPS survey reveals high prevalence of noncommunicable disease risk factors in Ukraine [Internet]. [Updated 2020]. Available from: <https://ukraine.un.org/en/101169-steps-survey-reveals-high-prevalence-noncommunicable-disease-risk-factors-ukraine>
- Baum P, Petroff D, Classen J, Kiess W, Bluher S. Dysfunction of Autonomic Nervous System in Childhood Obesity: A Cross-Sectional Study. PLOS ONE. 2013;8(1). DOI: 10.1371/journal.pone.0054546
- Hall JE, do Carmo JM, da Silva AA, Wang Z, Hall ME. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms. Circ. Res. 2015;116(6):991–1006. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.305697
- Lindmark S, Lönn L, Wiklund U, Tufvesson M, Olsson T, Eriksson JW. Dysregulation of the Autonomic Nervous System Can Be a Link between Visceral Adiposity and Insulin Resistance. Obesity Research. 2005;13(4):717–28.
- Colak R, Donder E, Karaoglu A, Ayhan O, Yalniz M. Obesity and the activity of the autonomic nervous system. Turc.J.Med. Sci. 2000;30:173–6.
- Bray GA. Autonomic and endocrine factors in the regulation of energy balance. Fed. Proc. 1986;45:1404–10.
- Kalil GZ, Haynes WG. Sympathetic nervous system in obesity-related hypertension: mechanisms and clinical implications. Hypertension Research. 2012;35:4–16.
- da Silvia AA, do Carmo J, Dubinion J, Hall JE. The role of the sympathetic nervous system in obesity-related hypertension. Curr. Hypertens. Rep. 2009, Jun;11(3):206–11. DOI: 10.1007/s11906-009-0036-3
- Alvares GE, Beske SD, Ballard TP, Davy KP. Sympathetic neural activation in visceral obesity. Circulation. 2002;106:2533–6. DOI: 10.1161/01.cir.0000041244.79165.25
- Ulrich-Lai YM, Herman JP. Neural Regulation of Endocrine and Autonomic Stress Responses. Nat Rev Neurosci. 2009 Jun;10(6):397–409. DOI: 10.1038/nrn2647
- Tentolouris N, Liatis S, Katsilambros N. Sympathetic system activity in obesity and metabolic syndrome. Ann N Y Acad. Sci. 2006 Nov;1083:129–52. DOI: 10.1196/annals.1367.010
- Williams B, Mancia G, Spiering W, Rosei EA, Azizi M, Burnier M, et al. Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). European Heart Journal [Internet]. 2018 Sept;39(33):3021–3104. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30234752/>
- Alderman H. Anthropometry. In: Grosh M, Glewwe P, editors. Designing Household Survey Questionnaires for Developing Countries: Lessons from 15 Years of the Living Standards Measurement Study. Washington, D. C.: The World Bank; 2000.
- WHO European Regional Obesity Report [Internet]. 2022. Report of a WHO Consultation [updated 2022]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353747/9789289057738-eng.pdf>
- Zaporozhets TM, Rud MV, Sukhomlyn TA. Physiology: educational guidelines for student of medical and dental faculties. Module 1. General physiology and high integrated functions. 2 ed. Lviv: Magnolia 2006; 2019. 198 p.
- Сергеев В, Кисельгов Е, Кириченко В. Оценка состояния сосудистой системы по результатам реографических измерений (или, предложения по возрождению заслуживающего того метода исследования). ХАИ-МЕДИКА [Интернет].

Харків; 2019. Доступно на: https://xai-medica.com/atcls/assessment_vascular_system_ru.html

18. Nagai N, Matsumoto T, Kita H, Moritani T. Autonomic nervous system activity and the state and development of obesity in Japanese school children. *Obesity Research*. 2003;11(1):25–32. DOI: 10.1038/oby.2003.6
19. Davy KP, Orr JS. Sympathetic nervous system behavior in human obesity. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009 Feb;33(2):116–24. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2008.05.024
20. Rodriguez R, Cucci M, Kane S, Fernandez E, Benken S. Novel Vasopressors in the Treatment of Vasodilatory Shock: A Systematic Review of Angiotensin II, Selepressin, and Terlipressin. *J Intensive Care Med*. 2020 Apr;35(4):327–37. DOI: 1177/0885066618818460
21. Sudo SZ, Montagnoli TL, de Rocha BS, Santos AD, de Sá MPL. Diabetes-Induced Cardiac Autonomic Neuropathy: Impact on Heart Function and Prognosis. *Biomedicines* [Internet]. 2022 Dec; 10(12):3258. Published online 2022 Dec 15. DOI: 10.3390/biomedicines10123258
22. Lambert E, Sari CI, Dawood T, Nguyen J, McGrane M, Eikelis N, Chopra R, Wong C, Chatzivlastou K, Head G, Straznicki N, Esler M, Schlaich M, Lambert G. Sympathetic Nervous System Activity is Associated with Obesity-Induced Subclinical Organ Damage in Young Adults. *Hypertension*. 2010;56:351–8.
23. Nagai N, Moritani T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *International Journal of Obesity*. 2004;28:27–33. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802470

References

1. World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. [Updated 2023]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. United Nations Ukraine. STEPS survey reveals high prevalence of noncommunicable disease risk factors in Ukraine [Internet]. [Updated 2020]. Available from: <https://ukraine.un.org/en/101169-steps-survey-reveals-high-prevalence-noncommunicable-disease-risk-factors-ukraine>
3. Baum P, Petroff D, Classen J, Kiess W, Bluher S. Dysfunction of Autonomic Nervous System in Childhood Obesity: A Cross-Sectional Study. *PLOS ONE*. 2013;8(1). DOI: 10.1371/journal.pone.0054546
4. Hall JE, do Carmo JM, da Silva AA, Wang Z, Hall ME. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms. *Circ. Res*. 2015;116(6):991–1006. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.305697
5. Lindmark S, Lönn L, Wiklund U, Tufvesson M, Olsson T, Eriksson JW. Dysregulation of the Autonomic Nervous System Can Be a Link between Visceral Adiposity and Insulin Resistance. *Obesity Research*. 2005;13(4):717–28.
6. Colak R, Donder E, Karaoglu A, Ayhan O, Yalniz M. Obesity and the activity of the autonomic nervous system. *Turc.J.Med.Sci*. 2000;30:173–6.
7. Bray GA. Autonomic and endocrine factors in the regulation of energy balance. *Fed. Proc*. 1986;45:1404–10.
8. Kalil GZ, Haynes WG. Sympathetic nervous system in obesity-related hypertension: mechanisms and clinical implications. *Hypertension Research*. 2012;35:4–16.
9. da Silvia AA, do Carmo J, Dubinion J, Hall JE. The role of the sympathetic nervous system in obesity-related hypertension. *Curr. Hypertens. Rep*. 2009, Jun;11(3):206–11. DOI: 10.1007/s11906-009-0036-3
10. Alvares GE, Beske SD, Ballard TP, Davy KP. Sympathetic neural activation in visceral obesity. *Circulation*. 2002;106:2533–6. DOI: 10.1161/01.cir.0000041244.79165.25
11. Ulrich-Lai YM, Herman JP. Neural Regulation of Endocrine and Autonomic Stress Responses. *Nat Rev Neurosci*. 2009 Jun;10(6):397–409. DOI: 10.1038/nrn2647
12. Tentolouris N, Liatis S, Katsilambros N. Sympathetic system activity in obesity and metabolic syndrome. *Ann N Y Acad.Sci*. 2006 Nov;1083:129–52. DOI: 10.1196/annals.1367.010
13. Williams B, Mancia G, Spiering W, Rosei EA, Azizi M, Burnier M, et al. Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). *European Heart Journal* [Internet]. 2018 Sept;39(33):3021–3104. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30234752/>
14. Alderman H. Anthropometry. In: Grosh M, Glewwe P, editors. *Designing Household Survey Questionnaires for Developing Countries: Lessons from 15 Years of the Living Standards Measurement Study*. Washington, D. C.: The World Bank; 2000.
15. WHO European Regional Obesity Report [Internet]. 2022. Report of a WHO Consultation [updated 2022]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353747/9789289057738-eng.pdf>.
16. Zaporozhets TM, Rud MV, Sukhomlyn TA. Physiology: educational guidelines for student of medical and dental faculties. Module 1. General physiology and high integrated functions. 2 ed. Lviv: Magnolia 2006; 2019. 198 p.
17. Sergeev V, Kiselgov E, Kirichenko V. Assessment of the state of the vascular system based on the results of rheographic measurements (or, proposals for the revival of a deserving research method). XAI-MEDICA [Internet]. Kharkiv; 2019. Available from: https://xai-medica.com/atcls/assessment_vascular_system_ru.html. Russian.
18. Nagai N, Matsumoto T, Kita H, Moritani T. Autonomic nervous system activity and the state and development of obesity in Japanese school children. *Obesity Research*. 2003;11(1):25–32. DOI: 10.1038/oby.2003.6
19. Davy KP, Orr JS. Sympathetic nervous system behavior in human obesity. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009 Feb;33(2):116–24. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2008.05.024
20. Rodriguez R, Cucci M, Kane S, Fernandez E, Benken S. Novel Vasopressors in the Treatment of Vasodilatory Shock: A Systematic Review of Angiotensin II, Selepressin, and Terlipressin. *J Intensive Care Med*. 2020 Apr;35(4):327–37. DOI: 1177/0885066618818460
21. Sudo SZ, Montagnoli TL, de Rocha BS, Santos AD, de Sá MPL. Diabetes-Induced Cardiac Autonomic Neuropathy: Impact on Heart Function and Prognosis. *Biomedicines* [Internet]. 2022 Dec; 10(12):3258. Published online 2022 Dec 15. DOI: 10.3390/biomedicines10123258
22. Lambert E, Sari CI, Dawood T, Nguyen J, McGrane M, Eikelis N, Chopra R, Wong C, Chatzivlastou K, Head G, Straznicki N, Esler M, Schlaich M, Lambert G. Sympathetic Nervous System Activity is Associated with Obesity-Induced Subclinical Organ Damage in Young Adults. *Hypertension*. 2010;56:351–8.
23. Nagai N, Moritani T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *International Journal of Obesity*. 2004;28:27–33. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802470

T. Zaporozhets, O. Sanyk

OVERWEIGHT AND DYSREGULATION OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN YOUNG PERSONS

Background. More than 1 billion people worldwide are obese, and this number is growing. Obesity at an early age is accompanied by impaired carbohydrate tolerance and the development of type 2 diabetes, lipid metabolism pathology, obstructive apnea, hypercoagulability, chronic inflammation and the development of insulin resistance in the future. In modern literature, there is no single point of view regarding the role of the autonomic nervous system in the coordination of hormonal, nervous and metabolic factors in the body.

Aim. The article presents the results of studying the functional state of the sympathetic and parasympathetic parts of the autonomic nervous system in overweight persons and presents an assessment of the central hemodynamic parameter depending on the type of autonomic reactivity of the cardiovascular system.

Methods. The study involved measuring systolic and diastolic blood pressure, heart rate, and anthropometric measurements for calculating the corresponding indices. An active orthostatic test to determine the functional state of reflex mechanisms for regulating hemodynamics. Statistical methods were used for data analysis.

Results. Based on anthropometric indicators and calculated indices, boys and girls with overweight differed from the control group in abdominal and total distribution of fat. However, there were no differences in terms of vegetative tone (sympathicotonic, vagotonic, eutonic). The distribution of eutonic and vagotonic types of the autonomic nervous system and sympathicotonia was similar in both groups. Most overweight individuals had insufficient reactivity of the parasympathetic autonomic nervous system. Paradoxical reactivity in both groups was observed with the same frequency. In the group of people with paradoxical autonomic reactivity among overweight people, a significantly lower increase in heart rate was found than in the control group. In persons with overweight and increased autonomic reactivity, minute blood volume and pulse pressure increased 1.5-fold, there was a tendency to increase stroke volume and inotropic function of the heart. The increase in this characteristic indicated a hyperkinetic type of hemodynamics in overweight persons in the group with normal autonomic reactivity. In groups with paradoxical and increased autonomic reactivity of the cardiovascular system, a normokinetic type of hemodynamics was observed.

Conclusions. Signs of altered autonomic reactivity found in most overweight individuals indicate dysfunction of the parasympathetic autonomic nervous system and possible dysfunction of nonspecific regulatory (limbic-reticular) parts of the brain.

Keywords: overweight, obesity, BMI, autonomic nervous system, adolescent age.

Матеріал надійшов 06.04.2023



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)