



УДК 616.092 +612.3

DOI 10.24144/1998-6475.2022.56.43-50

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА АВТОНОМНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ У ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ З НАДМІРНОЮ ВАГОЮ ТІЛА ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРС

Петрик К. Ю., Паламарчук О. С.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», медичний факультет №2, кафедра фізіології та патофізіології, м. Ужгород

Резюме. *Вступ.* Встановлено, що у дітей молодшого шкільного віку з надмірною масою тіла часто простежуються автономні дисфункції, які в майбутньому можуть призвести до розвитку метаболічного синдрому, цукрового діабету 2-го типу та його ускладнень. Такі дисфункції піддаються зворотному розвитку при умові корекції харчування та збільшення рухової активності дітей.

Метою дослідження була перевірка припущення, що використання ПАРС доцільне для контролю ефективності оздоровчих програм для такого контингенту і підбору індивідуальної програми корекції.

Матеріали та методи. До дослідження було залучено 51 дитину. Протягом наступних 3-х місяців всі обстежені під керівництвом інструктора проходили курс корекції ваги тіла, який включав формування навиків здорового харчування з підбором індивідуальної калорійності раціону та фізичні навантаження швидко-силового характеру (танцювальні та гімнастичні вправи, спортивні ігри) з частотою 3 тренування на тиждень тривалістю 45–60 хвилин. Оцінку складу тіла проводили біоімпедансним методом за допомогою аналізатора складу тіла «TANITA-BC-601» (Японія). Функціональний стан автономної регуляції оцінювався з використанням комп'ютерного апаратно-програмного комплексу «КАРДІОЛАБ» (ХАІ-МЕДИКА, Україна).

Результати досліджень. Статистичне опрацювання показників ВСР у всій вибірці обстежених показало, що у 37 дитини (72,54%) були ознаки автономної дисфункції. Після завершення курсу ознаки автономної дисфункції діагностовані тільки у 18 обстежених (35,29%). При цьому наявність цих ознак простежувалася у тих дітей, котрі мали відносно високий показник ПАРС.

Висновки. Застосування 3-місячної програми корекції ваги тіла привело до зменшення вмісту жиру в організмі дітей на $2,65 \pm 1,75\%$ ($p < 0,05$), рейтингу вісцерального жиру – на $2,239 \pm 0,722$ од. ($p < 0,05$), а відсоток автономних дисфункцій у досліджуваній вибірці зменшився на 37,25 %. Показник активності регуляторних систем (ПАРС) є інформативним параметром щодо покращення показників функціонального стану АНС.

Ключові слова: автономна нервова система, автономні дисфункції, надмірна вага, варіабельність серцевого ритму, діти молодшого шкільного віку.

Comprehensive assessment of autonomic regulation in overweight elementary school children using PARS

Petryk K.Yu., Palamarchuk O.S.

Abstract. It was established that overweight children of elementary school age often have autonomic dysfunctions, which in the future may lead to the development of metabolic syndrome, type 2 diabetes and its complications. Such dysfunctions are subject to reverse development under the condition of correction of nutrition and increased motor activity of children.

The aim of our study was to verify the assumption that the use of PARS is appropriate for monitoring the effectiveness of health programs for such a contingent and selecting an individual correction program.

Methods. 51 children were involved in the study. During the next 3 months, all examinees, under the guidance of an instructor, underwent a body weight correction course, which included the formation of healthy eating skills with the selection of individual caloric content of the diet and physical activity of a high-speed and strength nature (dance and gymnastic exercises, sports games) with a frequency of 3 training sessions per week lasting 45-60 minutes. Assessment of body composition was carried out by the bioimpedance method using the body composition analyzer «TANITA-BC-601» (Japan). The functional state of autonomic regulation was assessed using the computer hardware and software complex «CARDIOLAB» (XAI-MEDICA, Ukraine).



Results. Statistical processing of HRV indicators in the entire sample of the examined showed that 37 children (72.54%) had signs of autonomic dysfunction. After completing the course, signs of autonomic dysfunction were diagnosed only in 18 examinees (35.29%). At the same time, the presence of these signs was observed in those children who had a relatively high score of PARS.

Conclusions. The use of a 3-month body weight correction program led to a decrease in body fat content of children by $2.65 \pm 1.75\%$ ($p < 0.05$), visceral fat content - by 2.239 ± 0.722 units. ($p < 0.05$), and the percentage of autonomic dysfunctions in the studied sample decreased by 37.25%. The parameter of the activity of regulatory systems (PARS) is an informative indicator regarding the improvement of parameters of the functional state of the ANS.

Key words: Autonomic nervous system, autonomic dysfunctions, overweight, heart rate variability, children of elementary school age.

Вступ

ПАРС – це абревіатура терміну «показник активності регуляторних систем», запропонованого Р.М. Баєвським у 80-х роках минулого сторіччя як інтегрального критерію вегетативного гомеостазу організму людини, який базується на аналізі показників варіабельності серцевого ритму [1, 2, 3]. ПАРС розраховується в балах за спеціальним алгоритмом, що враховує статистичні показники варіабельності серцевого ритму (BCP), геометричні параметри гістограми й дані спектрального аналізу ритмокардіограми [4]. Значення ПАРС виражаються в балах від 1 до 10 і характеризують весь можливий спектр функціональних станів організму. Практика застосування ПАРС у медико-біологічних дослідженнях показала, що він є надійним маркером функціональних резервів організму людини, зокрема, у хворих з різноманітними захворюваннями серцево-судинної системи [5, 6,]. Однак у літературі практично відсутні дослідження інформативності цього показника для оцінки функціонального стану організму у дітей молодшого шкільного віку з надмірною масою тіла. Водночас встановлено, що у цієї категорії часто є автономні дисфункції, які в майбутньому можуть призвести до розвитку метаболічного синдрому, цукрового діабету 2-го типу та його ускладнень [7, 8, 9]. Такі дисфункції піддаються зворотному розвитку при умові корекції харчування та збільшення рухової активності дітей [10, 11]. На нашу думку, використання ПАРС доцільне для контролю ефективності оздоровчих програм для такого контингенту і підбору індивідуальної програми корекції. Перевірка даного припущення і стала метою цього дослідження.

Мета дослідження

Перевірка припущення, що використання ПАРС доцільне для контролю ефективності оздоровчих програм для дітей молодшого

шкільного віку з надмірною вагою тіла і підбору індивідуальної програми корекції.

Матеріали та методи

До дослідження було залучено 51 дитину віком від 9 до 11 років, із них – 27 хлопчиків і 24 дівчаток. Усі обстежені діти були допубертатного періоду розвитку без клінічних ознак патології за даними фізикального обстеження та лабораторних тестів (загальний аналіз крові та сечі, біохімічний аналіз крові, показники артеріального тиску). Критерієм включення в дослідження була наявність надлишкової ваги тіла за критерієм індексу маси тіла (ІМТ) у межах $25,0\text{--}29,9 \text{ кг/м}^2$. Особи з клінічними ознаками ожиріння або метаболічного синдрому виключались із дослідження. Протягом наступних 3-х місяців всі обстежені під керівництвом інструктора проходили курс корекції ваги тіла, який включав формування навиків здорового харчування з підбором індивідуальної калорійності раціону та фізичні навантаження швидко-силового характеру (танцювальні та гімнастичні вправи, спортивні ігри) з частотою 3 тренування на тиждень тривалістю 45–60 хвилин.

Обстеження проводилося до початку та в кінці курсу і включало оцінку складу тіла біоімпедансним методом за допомогою аналізатора складу тіла "TANITA-BC-601" (Японія). Зокрема, визначались: маса тіла (М, кг), індекс маси тіла (ІМТ, кг/м^2), вміст загального жиру (ВЗЖ %), рейтинг вісцерального жиру (РВЖ, од.), вміст безжирових мас (ВБМ, %). Функціональний стан автономної регуляції оцінювався з використанням показників варіабельності серцевого ритму (BCP), отриманих шляхом реєстрації стандартних 5-хвилинних проміжків ЕКГ за допомогою комп'ютерного апаратно-програмного комплексу "КАРДІО-ЛАБ" (ХАІ-МЕДИКА, Україна) за загальноприйнятою методикою [12]. Зокрема, визначали часові характеристики серцевого ритму:

показники загальної варіабельності серцевого ритму: SDNN, мс – стандартне відхилення всіх RR інтервалів 5-хвилинного інтервалу ЕКГ, показники активності парасимпатичної АНС (RMSSD, мс – квадратний корінь середнього значення квадратів різниць довжин послідовних RR інтервалів, рNN50, % – відсоток сусідніх RR інтервалів, різниця між якими перевищує 50 мс). При спектральному аналізі ВСП використовувалися такі параметри: TP, мс² – загальна потужність спектру серцевого ритму, VLF, мс² – потужність спектру дуже низьких частот (центральні нейрогуморальні впливи), LF, мс² – потужність спектру низьких частот (відображають активність симпатичної ланки АНС), HF, мс² – потужність спектральних високих частот (відображають активність парасимпатичної ланки АНС), LF/HF – показник симпато-вагального балансу (симпато-парасимпатичний індекс). Додатково розраховувався відсотковий внесок частотних компонентів спектру в TP (VLF%, LF%, HF%).

ПАРС визначався з допомогою апаратно-програмного комплексу "КАРДІОЛАБ" за спеціальним алгоритмом, який враховує п'ять критеріїв: 1) сумарний ефект регуляції за показниками ЧСС; 2) сумарну активність регуляторних механізмів за середньоквадратичним

відхиленням кардіоінтервалів (SDNN); 3) сумарну активність симпатичного відділу автономної нервової системи за індексом напруги регуляторних систем (IH); 4) активність вазомоторного центру за потужністю низькочастотного діапазону (LF); 5) активність надсегментарних рівнів автономної регуляції за потужністю наднизькочастотного діапазону спектру серцевого ритму (VLF). Кожний із критеріїв оцінювався в балах за шкалою від -2 до +2, а кінцевий показник отримувався сумуванням балів, отриманих за кожен із критеріїв [13].

Наочне відображення результатів представлено апаратно-програмним комплексом "КАРДІОЛАБ" у вигляді "Світлофору" (рис. 1), у якому виділяються три зони функціональних станів:

Зелений означає оптимальний стан організму з точки зору АНС, який не потребує жодних спеціальних заходів щодо профілактики і лікування.

Жовтий вказує на необхідність підвищеної уваги пацієнта до свого здоров'я, необхідність проведення оздоровчих та профілактичних заходів.

Червоний вказує на високу імовірність розвитку патологічного стану та необхідність терміново звернути увагу на діагностику і лікування можливих захворювань.

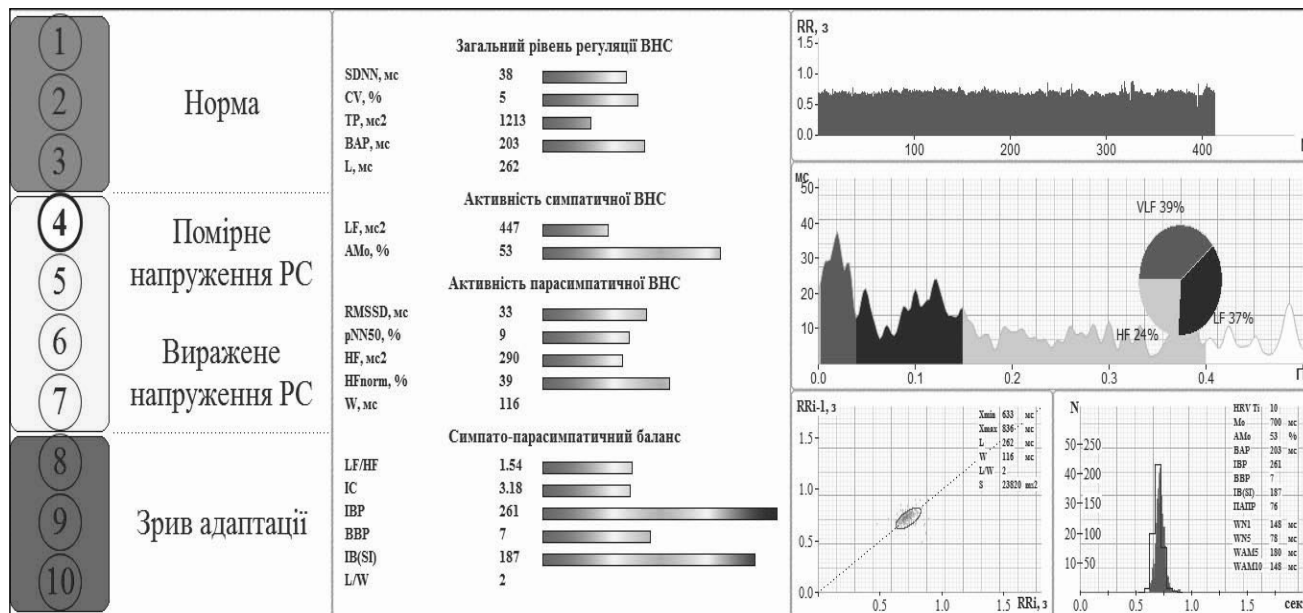


Рис. 1. Приклад оцінки ПАРС із використанням апаратно-програмного комплексу «КардіоЛаб».

Для статистичного опрацювання результатів дослідження був використаний статистичний пакет MS Excel. Відмінність між досліджуваними вибірками оцінювалась за до-

помогою непараметричних методів (ANOVA), та Т-тесту Стюдента для двох незалежних вибірок.



Результати досліджень

Під впливом 3-місячної програми корекції ваги тіла у групі обстежених дітей відбулися суттєві зміни як маси тіла, так і його компонентного складу (табл. 1). Зокрема, маса тіла зменшилася в середньому

на $3,21 \pm 1,71$ кг, або на 6,78%; ІМТ зменшився на $-1,52 \pm 0,82$ кг/м², або на 5,40%; ВЗЖ зменшився на $2,65 \pm 1,75\%$; РВЖ зменшився на $2,239 \pm 0,722$ од., або 31,73%, а ВБМ статистично вірогідно зріс на $2,88 \pm 1,24\%$.

Таблиця 1

Динаміка показників компонентного складу тіла обстежених осіб від впливом 3-місячного курсу корекції ваги тіла ($M \pm m$)

Показники компонентного складу тіла	n=51			
	на початку курсу	в кінці курсу	різниця	вірогідність
ІМТ, кг/м ²	28,15 $\pm$ 2,64	26,63 $\pm$ 2,87	-1,52 $\pm$ 0,82	p<0,01
ВЗЖ, %	33,54 $\pm$ 3,68	30,89 $\pm$ 2,81	- 2,65 $\pm$ 1,75	p<0,05
РВЖ, од.	7,056 $\pm$ 1,814	4,817 $\pm$ 2,017	- 2,239 $\pm$ 0,722	p<0,01
ВБМ, %	60,27 $\pm$ 2,47	63,15 $\pm$ 2,38	2,88 $\pm$ 1,24	p<0,05
Маса тіла, кг	47,33 $\pm$ 4,62	44,12 $\pm$ 3,96	- 3,21 $\pm$ 1,71	p<0,05

Такі зміни маси та компонентного складу тіла супроводжувалися значними зсувами показників функціонального стану АНС. Динаміка показників варіабельності серцевого ритму обстеженої вибірки представлена в таблиці 2.

наміка показників варіабельності серцевого ритму обстеженої вибірки представлена в таблиці 2.

Таблиця 2

Динаміка показників варіабельності серцевого ритму обстежених осіб від впливом 3-місячного курсу корекції ваги тіла ($M \pm m$)

Показники ВСР	n=51			
	на початку курсу	в кінці курсу	різниця	вірогідність
SDNN, мс	38,43 $\pm$ 6,39	51,65 $\pm$ 7,19*	13,22 $\pm$ 4,37	p<0,01
TP, мс ²	3122 $\pm$ 695	3959 $\pm$ 675*	837 $\pm$ 234	p<0,05
LF, мс ²	1305 $\pm$ 264	1033 $\pm$ 218*	-272 $\pm$ 124	p<0,05
AMo, %	41,23 $\pm$ 6,17	34,29 $\pm$ 5,83	-6,94 $\pm$ 3,07	p<0,05
RMSSD, мс	17,95 $\pm$ 2,15	31,22 $\pm$ 3,81**	13,27 $\pm$ 4,15	p<0,01
pNN50, %	6,79 $\pm$ 2,45	15,28 $\pm$ 4,11	8,49 $\pm$ 2,55	p<0,01
HF, мс ²	878 $\pm$ 288	1236 $\pm$ 345	358 $\pm$ 281	н/д
VLF, мс ²	939 $\pm$ 351	1690 $\pm$ 448	751 $\pm$ 352	p<0,05
LF/HF	1,49 $\pm$ 0,74	0,84 $\pm$ 0,48**	-0,65 $\pm$ 0,27	p<0,01
IC	4,39 $\pm$ 2,81	4,56 $\pm$ 3,15	0,17 $\pm$ 2,84	н/д
IH	116,3 $\pm$ 31,6	81,2 $\pm$ 29,1*	-35,1 $\pm$ 18,5	p<0,05
VLF %	30,08 $\pm$ 5,74	42,69 $\pm$ 6,71**	12,61 $\pm$ 3,21	p<0,01
LF, %	41,89 $\pm$ 7,12	26,09 $\pm$ 5,79**	-15,80 $\pm$ 6,98	p<0,01
HF, %	28,12 $\pm$ 4,02	31,22 $\pm$ 5,70	3,10 $\pm$ 4,77	н/д
ПАРС, од	5,078 $\pm$ 2,049	2,716 $\pm$ 1,189	-2,362 $\pm$ 1,133	p<0,05

Примітка: н/д - відмінності статистично не достовірні.

Так, за даними показників часового домену ВСР зросла загальна потужність автономної регуляції серцевого ритму, на що вказує статистично значиме збільшення SDNN на $13,22 \pm 4,37$ мс ($p < 0,01$); зменшилася активність симпатичної ланки АНС за даними АМо на $6,94 \pm 3,07$ % ($p < 0,05$) та напруженість автономної регуляції за даними ІН, який зменшився на $35,1 \pm 18,5$ од. ($p < 0,05$). Водночас показники, які характеризують активність парасимпатичної ланки АНС, суттєво збільшилися. Це стосується RMSSD, який зріс на $13,27 \pm 4,15$ мс ($p < 0,01$) та рNN50, що виріс на $8,49 \pm 2,55$ % ($p < 0,01$).

Такий характер змін функціонального стану АНС підтверджується і динамікою спектральних параметрів ВСР. Зокрема, загальна потужність автономної регуляції серцевого ритму за даними TP зросла на 837 ± 234 мс² ($p < 0,05$); потужність хвиль низької частоти LF зменшилася на 272 ± 124 мс² ($p < 0,05$); потужність хвиль дуже низької частоти VLF збільшилася 751 ± 352 мс² ($p < 0,05$). Абсолютне значення показника активності парасимпатичної ланки HF статистично вірогідно не змінилося, хоча показник симпато-парасимпатичного балансу LF/HF зменшився на $0,65 \pm 0,27$. Найбільш яскраво перерозподіл активності периферичного відділу АНС на користь парасимпатичної ланки проявився у динаміці відносного вкладу показників симпатичної ланки (LF%) та надсегментарних рівнів регуляції (VLF%) у загальну потужність хвильового спектру серцевого ритму (TP). Так, LF% зменшився на $15,80 \pm 6,98$ % ($p < 0,01$), тоді як VLF% збільшився на $12,61 \pm 3,21$ % ($p < 0,01$). Загалом такі зсуви функціонального стану АНС можна трактувати як перерозподіл активності між симпатичною та парасимпатичною ланками АНС на користь останньої.

Порівняння показника активності регуляторних систем (ПАРС) до та після програми корекції ваги тіла, дозволило виявити позитивні зміни функціонального стану організму в обстежених осіб. Так, у результаті курсу нормалізації ваги тіла простежувалося зниження ПАРС, який до початку курсу становив $5,078 \pm 2,049$, а після його завершення – $2,716 \pm 1,189$ ($p < 0,05$), що вказує на зменшення напруженості регуляторних систем організму та збільшення його функціонального резерву в більшості обстежених.

Статистичне опрацювання показників ВСР у всій вибірці обстежених показало, що

у 37 дітей (72,54%) були ознаки автономної дисфункції. До таких ознак відносилися: підвищення напруженості автономної регуляції, критерієм якого був вихід загальної потужності спектру серцевого ритму (TP) та стандартного відхилення всіх RR інтервалів 5-хвилинного інтервалу ЕКГ (SDNN) за нижню межу норми для даної вікової категорії; симпатикотонія або ваготонія за даними відхилення від норми показника симпато-вагального балансу (LF/HF); збільшення відносного вкладу над низькочастотних складових спектру серцевого ритму (VLF%) порівняно з нормативними значеннями для даної вікової категорії. Після завершення курсу ознаки автономної дисфункції діагностовані тільки у 18 обстежених (35,29%). При цьому наявність цих ознак простежувалася у тих дітей, котрі мали відносно високий показник ПАРС (більше 3 од.).

Обговорення результатів. Розлади вегетативної нервової системи у дітей та підлітків є актуальною проблемою сучасної педіатрії внаслідок значного поширення даної патології, поліморфізму клінічних проявів, труднощів діагностики, а також негативного впливу на якість життя, ризику формування низки хронічних захворювань [14]. У кожної третьої дитини вегетативні порушення, незважаючи на проведені лікування, зберігаються протягом багатьох років, а у 17–20 % дітей з віком прогресують і призводять до розвитку ішемічної хвороби серця, гіпертонічної хвороби, бронхіальної астми, виразкової хвороби шлунка та ін. [15].

Характерною особливістю останніх років є збільшення частки пацієнтів із вегетативною дисфункцією. Під впливом неправильного режиму дня, розумового перевтоми, надмірних фізичних навантажень або гіподинамії, високого рівня особистісної тривожності виникає тривала психоемоційна напруга, що призводить до зриву адаптаційних процесів та дисфункції автономної нервової системи [16]. Як правило, всі ці фактори сприяють надмірному відкладенню та накопичення жиру в організмі дитини. Окрім цього, розвитку ожиріння у дітей сприяють і погані харчові звички, генетична схильність до набору ваги, емоційні фактори, стать, вік, рівень фізичної активності та культурні аспекти поведінки. Ряд досліджень демонструє, що ожиріння у дітей є причиною патологічних змін функціонального стану АНС [15, 17]. Це підтверджують і результати нашого досліджен-



ня, згідно з якими автономна дисфункція діагностована у 72,54% дітей до пубертатного віку (9–11 років). Можна припустити, що з початком статевого дозрівання, коли в організмі починаються суттєві гормональні зсуви, цей відсоток є ще більшим. Загалом зміни функціонального стану АНС у дітей з надмірною вагою зводяться до пригнічення парасимпатичної ланки АНС, посилення функціональної активності симпатичної ланки та централізації автономної регуляції, на що вказують підвищені значення показника VLF та VLF%. Такі дані узгоджуються з більшістю висновків інших авторів щодо напряму зсувів АНС при ожирінні. Однак дискусійним питанням залишається вплив ожиріння на функціональну активність симпатичного відділу АНС. Так, деякі дослідження вказують на зниження симпатичної активності, а інші демонструють збільшення симпатичної активності, а в частині досліджень не виявили змін активності симпатичного відділу АНС у дітей з ожирінням порівняно з дітьми без ожиріння [17, 18]. Зважаючи на відсутність чітких даних стосовно характеру функціональних різних ланок АНС при ожирінні у дітей залишається актуальним пошук інтегральних показників, які б демонстрували несуперечливі результати при вивченні впливу різних факторів на організм хворої дитини. На наш погляд, таким показником можна вважати показник активності регуляторних систем (ПАРС), запропонований Р.М. Баєвським [1, 13]. У нашому дослідженні показано, що він є надійним маркером покращення функціонального стану АНС у дітей з ожирінням, до яких застосовувалася 3-місячна програма корекції ваги тіла. Це аргументується тим, що перехід цього показника із «жовтої» зони (4–7 балів) у «зелену» зону (1–3 бали) завжди супроводжував-

ся зменшенням проявів автономної дисфункції той час, як окремі параметри ВСР залишалися в неоптимальному діапазоні. У результаті програми корекції ваги тіла відсоток автономних дисфункцій у досліджуваній вибірці зменшився на 37,25 %, а ПАРС зменшився із $5,078 \pm 2,049$ до $2,716 \pm 1,189$ ($p < 0,05$).

У ряді досліджень переконливо продемонстровано, що зменшення маси тіла та фізична активність можуть сприяти покращенню функціонального стану АНС у дітей із ожирінням [19–21]. Це повністю узгоджується із отриманими нами даними про те, що корекція харчування та фізична активність не тільки зменшують надлишкову жирову масу в організмі дитини, але й оптимізують функціональний стан АНС. Тому дітей із надмірною масою тіла слід завчасно заохочувати до мінімізації або усунення ризиків, спричинених ожирінням.

Висновки

1. У значній кількості дітей молодшого шкільного віку з надмірною масою тіла (72,54% досліджуваної вибірки) виявлені ознаки автономної дисфункції за даними варіабельності серцевого ритму у вигляді зсуву симпатовагального балансу в бік симпатикотонії та централізації автономної регуляції.

2. Застосування 3-місячної програми корекції ваги тіла привело до зменшення вмісту жиру в організмі дітей на $2,65 \pm 1,75\%$ ($p < 0,05$), рейтингу вісцерального жиру – на $2,239 \pm 0,722$ од. ($p < 0,05$), а відсоток автономних дисфункцій у досліджуваній вибірці зменшився на 37,25 %.

3. Найбільш інформативним параметром щодо покращення показників функціонального стану АНС був показник активності регуляторних систем (ПАРС).

ЛІТЕРАТУРА

1. Gorst N, Lychagina S, Gorst V, Goryachkina L, Polukova M, Chaprasova O. Index of activity of the regulatory systems in the structure of the analysis heart rate variability. *NATURAL SCIENCES*. 2016;54(1):028-033.
2. Catai A, Pastre C, Godoy M, Silva E, Takahashi A, Vanderlei L. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2020;24(2):91-102.
3. Hartevelde L, Nederend I, ten Harkel A, Schutte N, de Rooij S, Vrijkotte T et al. Maturation of the Cardiac Autonomic Nervous System Activity in Children and Adolescents. *Journal of the American Heart Association*. 2021;10(4).
4. Dormal V, Vermeulen N, Mejias S. Is heart rate variability biofeedback useful in children and adolescents? A systematic review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2021;62(12):1379-1390.
5. Khemani P, Mehdirad A. Cardiovascular Disorders Mediated by Autonomic Nervous System Dysfunction. *Cardiology in Review*. 2020;28(2):65-72.

6. Fazeli M, Collet J, MacNeily A, Afshar K. Cardiac Autonomic Nervous System Activity in Children with Bladder and Bowel Dysfunction. *Journal of Urology*. 2016;195(4 Part 2):1245-1249.
7. Bjelakovic L, Vukovic V, Jovic M, Bankovic S, Kostic T, Radovanovic D, Pantelic S, Zivkovic M, Stojanovic S. Heart rate recovery time in metabolically healthy and metabolically unhealthy obese children. *The Physician and sportsmedicine*. 2017;45(4): 438-442.
8. Koepp P, Hamm H. Zur Funktion des autonomen Nervensystems bei Kindern und Jugendlichen mit insulinabhängigem Diabetes mellitus [Function of the autonomic nervous system in children and adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus]. *Monatsschrift Kinderheilkunde : Organ der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde*. 1983;131(5): 273-276.
9. Shevchenko N, Tsiura O, Shlieienkova H, Panko N, Kvaratskheliya T. Comorbidity of type 1 diabetes mellitus with other chronic pathology in children. *Georgian medical news*. 2021;(312):78-82.
10. Kamijo K, Pontifex M, O'Leary K, Scudder M, Wu C, Castelli D et al. The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science*. 2011;14(5):1046-1058.
11. Wolters E, Steel B. Sustainable Futures: Healthy Lifestyles, Obesity, and Access to Food in U.S. Counties 2012. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016;8:73-80.
12. Malik M. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 1996;1(2):151-181.
13. Baevskiy R, Yvanov H. Varyabelnost serdechnoho rytma: teoreticheskie aspekty i vozmozhnosty klinicheskogo primeneniya. [Heart rate variability: theoretical aspects and clinical applications]. M.: Meditsyna, 2000. 295.
14. Chutko L, Kornishina T, Surushkina S, Yakovenko E, Anisimova T, Volov M. Syndrome of autonomic dysfunction in children and adolescents. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im SS Korsakova*. 2018;118(1):43.
15. Pelone F, Specchia M, Veneziano M, Capizzi S, Bucci S, Mancuso A et al. Economic impact of childhood obesity on health systems: a systematic review. *Obesity Reviews*. 2011;13(5):431-440.
16. Reilly JJ. Health consequences of obesity. *Archives of Disease in Childhood* 2003;88(9):748-52.
17. The Lancet Diabetes & Endocrinology. Obesity and sustainability—in transition. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2019;7(3):161.
18. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, Abu-Rmeileh NM, Acosta-Cazares B, Acuin C et al. World-wide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*. 2017;390(10113):2627-42.
19. Prado WL, Siegfried A, Dâmaso AR, Carnier J, Piano AD, Siegfried W. Effects of long-term multidisciplinary inpatient therapy on body composition of severely obese adolescents. *Jornal de Pediatria*. 2009;85(3):243-8.
20. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2020;4(1):23-35.
21. Brasil I, Monteiro W, Lima T, Seabra A, Farinatti P. Effects of judo training upon body composition, autonomic function, and cardiorespiratory fitness in overweight or obese children aged 8- to 13 years. *Journal of Sports Sciences*. 2020;38(21):2508-16.

REFERENCES

1. Gorst N, Lychagina S, Gorst V, Goryachkina L, Polukova M, Chaprasova O. Index of activity of the regulatory systems in the structure of the analysis heart rate variability. *NATURAL SCIENCES*. 2016;54(1):028-033.
2. Catai A, Pastre C, Godoy M, Silva E, Takahashi A, Vanderlei L. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2020;24(2):91-102.
3. Hartevelde L, Nederend I, ten Harkel A, Schutte N, de Rooij S, Vrijkotte T et al. Maturation of the Cardiac Autonomic Nervous System Activity in Children and Adolescents. *Journal of the American Heart Association*. 2021;10(4).
4. Dormal V, Vermeulen N, Mejias S. Is heart rate variability biofeedback useful in children and adolescents? A systematic review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2021;62(12):1379-1390.



5. Khemani P, Mehdirad A. Cardiovascular Disorders Mediated by Autonomic Nervous System Dysfunction. *Cardiology in Review*. 2020;28(2):65-72.
6. Fazeli M, Collet J, MacNeily A, Afshar K. Cardiac Autonomic Nervous System Activity in Children with Bladder and Bowel Dysfunction. *Journal of Urology*. 2016;195(4 Part 2):1245-1249.
7. Bjelakovic L, Vukovic V, Jovic M, Bankovic S, Kostic T, Radovanovic D, Pantelic S, Zivkovic M, Stojanovic S. Heart rate recovery time in metabolically healthy and metabolically unhealthy obese children. *The Physician and sportsmedicine*. 2017;45(4): 438-442.
8. Koepp P, Hamm H. Zur Funktion des autonomen Nervensystems bei Kindern und Jugendlichen mit insulinabhängigem Diabetes mellitus [Function of the autonomic nervous system in children and adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus]. *Monatsschrift Kinderheilkunde : Organ der Deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde*. 1983;131(5): 273-276.
9. Shevchenko N, Tsiura O, Shlieienkova H, Panko N, Kvaratskheliya T. Comorbidity of type 1 diabetes mellitus with other chronic psthology in children. *Georgian medical news*. 2021;(312):78-82.
10. Kamijo K, Pontifex M, O'Leary K, Scudder M, Wu C, Castelli D et al. The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science*. 2011;14(5):1046-1058.
11. Wolters E, Steel B. Sustainable Futures: Healthy Lifestyles, Obesity, and Access to Food in U.S. Counties 2012. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016;8:73-80.
12. Malik M. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 1996;1(2):151-181.
13. Baevskiy R, Yvanov H. Varyabelnost serdechnoho rytma: teoreticheskie aspekty i vozmozhnosty klynicheskoho prymereneniya. [Heart rate variability: theoretical aspects and clinical applications]. M.: Medytyna, 2000. 295.
14. Chutko L, Kornishina T, Surushkina S, Yakovenko E, Anisimova T, Volov M. Syndrome of autonomic dysfunction in children and adolescents. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im SS Korsakova*. 2018;118(1):43.
15. Pelone F, Specchia M, Veneziano M, Capizzi S, Bucci S, Mancuso A et al. Economic impact of childhood obesity on health systems: a systematic review. *Obesity Reviews*. 2011;13(5):431-440.
16. Reilly JJ. Health consequences of obesity. *Archives of Disease in Childhood* 2003;88(9):748-52.
17. The Lancet Diabetes & Endocrinology. Obesity and sustainability—in transition. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2019;7(3):161.
18. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, Abu-Rmeileh NM, Acosta-Cazares B, Acuin C та ін. World-wide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*. 2017;390(10113):2627-42.
19. Prado WL, Siegfried A, Dâmaso AR, Carnier J, Piano AD, Siegfried W. Effects of long-term multidisciplinary inpatient therapy on body composition of severely obese adolescents. *Jornal de Pediatria*. 2009;85(3):243-8.
20. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2020;4(1):23-35.
21. Brasil I, Monteiro W, Lima T, Seabra A, Farinatti P. Effects of judo training upon body composition, autonomic function, and cardiorespiratory fitness in overweight or obese children aged 8- to 13 years. *Journal of Sports Sciences*. 2020;38(21):2508-16.

Отримано 25.08.2022 р.