

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2020-24(3)-05

УДК: 616.12-008.318+616.379-008.64-053.2-06

## ОЦІНКА ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ТА АДАПТАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ У ДІТЕЙ, ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ І ТИПУ

Майданник В. Г., Кривонос Ю. М., Мітюряєва І. О., Терлецький Р. В., Гнилокурченко Г. В., Романенко С. Ю., Клець Т. Д.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця (бульвар Тараса Шевченка, 13, м. Київ, Україна, 01601)

Відповідальний за листування:  
e-mail: romvate@gmail.com

Статтю отримано 15 червня 2020 р.; прийнято до друку 20 липня 2020 р.

**Анотація.** Ураження серця при цукровому діабеті І типу у дітей є недостатньо вивченим, і водночас небезпечним ускладненням. Мета дослідження - вивчити варіабельність серцевого ритму (BCP) та зміни адаптаційних можливостей у дітей, хворих на цукровий діабет (ЦД) І типу залежно від тривалості захворювання. Обстежено 38 дітей (16 хлопчиків та 22 дівчинки) віком від 6 до 17 років, хворих на ЦД І типу. Проведено добове моніторування ЕКГ із аналізом BCP з використанням програмно-апаратного комплексу "ДіаКард-1" і програми "КардіоБіоритм" (АОЗТ Сольвейг, м. Київ). Оцінювали показники статистичного (time domain) та спектрального (frequency domain) аналізу: Mean, SDNN-i, rMSSD, pNN50, IH, AMo, VLF, LF, HF, LF/HF, показник активності регуляторних систем (ПАРС). У всіх дітей, хворих на ЦД І типу, статистично достовірно знижені, порівняно з нормативними, показники Mean, SDNN-i, pNN50 (а у дівчат - rMSSD і SDANN) та підвищені індекс напруженості (Баєвського) та амплітуда моди (АМо). При кореляційному аналізі всіх випадків (рангова кореляція Спірмена) виявлено кореляцію IH та АМо з тривалістю захворювання. ПАРС достовірно перевищує межі фізіологічних значень. Встановлено, що переважна більшість хворих обох груп знаходяться у стані функціонального напруження адаптаційних можливостей. Зі зростанням тривалості захворювання зростає ЧСС, слабнуть парасимпатичні та посилюються симпатичні впливи, зростає напруження адаптаційно-приспосувальних механізмів, слабне функція розкидання серцевого ритму і посилюється функція концентрації ритму, що свідчить про трансформацію функціональних вегетативних порушень в автономну нейропатію серця. Таким чином, у дітей, хворих на цукровий діабет І типу, визначається прогресуюче з тривалістю захворювання зниження варіабельності серцевого ритму, прогресуюче ураження парасимпатичної ланки ВНС, зниження функції розкидання серцевого ритму і посилення функції концентрації ритму та функціональне напруження адаптаційно-приспосувальних механізмів.

**Ключові слова:** цукровий діабет І типу, діти, Холтер ЕКГ, варіабельність серцевого ритму, адаптаційні можливості.

### Вступ

Цукровий діабет - одне з найрозповсюдженіших захворювань ендокринної системи та обміну речовин, яке характеризується тенденцією до стрімкого зростання. Загальна поширеність діабету у 2019 р. за оцінками експертів ВООЗ становить 9,3% та зростає до 2030 р. до 10,2% [5]. Для цукрового діабету І типу, який уражає переважно дітей та підлітків, характерний більш тяжкий перебіг, що обумовлює ранній розвиток діабетичних ускладнень. Це одне з найпоширеніших хронічних захворювань дитячого віку, з частотою випадків 1 на 350 дітей до 18 років. Хоча цукровий діабет І типу може виникнути в будь-якому віці, як правило, проявляється це захворювання між 4 і 6 роками, або між 10 і 14 роками [1]. Діабетичні зміни характеризуються ураженням практично всіх органів і систем організму, проте описані в літературі недостатньо [8]. Особливої уваги заслуговує ураження серцево-судинної системи, яка має характерні зміни регуляції, особливо в препубертатному та пубертатному періодах.

Одним із недостатньо вивчених, і водночас небезпечних, ускладнень цукрового діабету є ураження серця, яке в літературі визначається як "діабетична кардіоміопатія" та відноситься до вторинних ендокринних кардіоміопатій [3, 9]. Діабетична кардіоміопатія включає

три основні компоненти: діабетична мікроангіопатія, яка погіршує доставку кисню до міокарду [7, 11]; безпосереднє метаболічне ураження міокарду у вигляді глікозилювання структурних компонентів та порушення обміну речовин із переважним отриманням енергії за рахунок β-окислення жирних кислот зі зниженням продукції гліколітичної фракції АТФ через пригнічення гліколізу, що характеризується як висококісневозатратний енергообмін; автономна діабетична нейропатія серця, яка порушує адаптивні зміни серцевого ритму [4].

Вивчення ранніх маркерів ураження серця при цукровому діабеті І типу в дитячому віці є важливим і актуальним як для ранньої діагностики, так і для розробки алгоритмів лікування, що дозволять цим хворим у старшому віці не тільки продовжити життя, але й покращити його якість та зберегти працездатність.

**Мета** дослідження - вивчити варіабельність серцевого ритму (BCP) та зміни адаптаційних можливостей у дітей, хворих на цукровий діабет (ЦД) І типу залежно від тривалості захворювання.

### Матеріали та методи

Обстежено 38 дітей (16 хлопчиків та 22 дівчинки) віком від 6 до 17 років, хворих на ЦД І типу, які знаходи-

лись на стаціонарному лікуванні в ендокринологічному відділенні Дитячої клінічної лікарні №6 м. Києва - клінічній базі кафедри педіатрії №4 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Середній вік хворих  $13,8 \pm 2,4$  роки. Серед обстежених 20 дітей з тривалістю захворювання до 5 років (1 група) та 18 дітей з тривалістю захворювання від 6 до 14,5 років (2 група). Діагноз ЦД у обстежених дітей формулювався відповідно до класифікацій Комітету експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я з цукрового діабету (1999 р.) зі змінами та доповненнями, які прийняті у нашій країні. На момент обстеження всі діти знаходились у стані субкомпенсації або декомпенсації цукрового діабету без кетозу та кетоацидозу, без тяжких супутніх захворювань. Усім дітям проведено добове моніторування ЕКГ із аналізом ВСР з використанням програмно-апаратного комплексу "ДіаКорд-1" і програми "КардіоБіоритм" (АОЗТ Сольвейг, м. Київ).

Оцінювали наступні показники статистичного (time domain) та спектрального (frequency domain) аналізу: Mean, SDNN-i, rMSSD, pNN50, ІН, АМо, VLF, LF, HF, LF/HF. Також розраховували показник активності регуляторних систем (ПАРС) [1].

### Результати. Обговорення

У таблиці 1 представлено результати дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСР) залежно від статі (зазначимо, що нормативні показники ВСР різняться залежно від статі).

Статистичний аналіз добової ВСР за результатами ХМ ЕКГ свідчить, що у всіх дітей, хворих на ЦД I типу, статистично достовірно знижені, порівняно з нормативними [2], показники Mean, SDNN-i, pNN50 (а у дівчат rMSSD і SDANN) та підвищені індекс напруженості (Баєвського) та амплітуда моди (АМо). Підвищення показ-

ників спектрального аналізу ВСР у дівчат та хлопців статистично не достовірне, крім підвищення VLF ( $p < 0,05$ ). Зниження показників статистичного аналізу (NN, SDNN-i, pNN50, rMSSD) свідчить про зниження варіабельності серцевого ритму та підвищення тону симпатичного відділу ВНС та/або зниження тону парасимпатичного відділу ВНС [6]. При цьому функція розкидання серцевого ритму менш активна в порівнянні з нормою, про що свідчить зниження показника SDNN-i. Зниження показника rMSSD та підвищення АМо свідчать про підвищення функції концентрації серцевого ритму, при цьому показник амплітуди моди тісно корелює з тривалістю захворювання. Підвищення індексу Баєвського свідчить про напруження адаптаційно-приспосовувальних механізмів та значне підвищення симпатичного тону. При кореляційному аналізі всіх випадків (рангова кореляція Спірмена) виявлено кореляцію ІН (рис. 1) та АМо (рис. 2) з тривалістю захворювання ( $p < 0,05$ ), при аналізі роздільно за статтю корелювала з тривалістю хвороби лише АМо у дівчат (рис. 3). Розрахований нами показник активності регуляторних систем (ПАРС) достовірно виходив за межі фізіологічних значень у хворих хлопчиків і дівчаток та становив в середньому  $4,44 \pm 1,31$  та  $4,14 \pm 1,13$  відповідно ( $p < 0,05$ ); суттєвої різниці за статтю не виявлено.

При аналізі ВСР у хлопчиків залежно від тривалості захворювання виявлено збільшення ЧСС порівняно з нормою (зниження Mean). У хлопчиків обох груп виявлено статистично достовірне зниження NN (Mean), SDNN-i, pNN50 та підвищення АМо (табл. 2). Це свідчить про зниження загальної ВСР.

Зниження rMSSD і SDANN у першій групі та SDANN у другій статистично недостовірні ( $p > 0,05$ ), але при порівнянні показників ВСР обох груп у 2-й групі (з тривалістю захворювання понад 5 років) спостерігається ста-

**Таблиця 1.** Показники вегетативного гомеостазу за даними статистичних та спектральних показників добової варіабельності ритму серця у дітей, хворих на цукровий діабет I типу ( $M \pm m$ ).

Показники ВСР	Хлопчики	Норма	Дівчата	Норма
Mean, ms	$706,13 \pm 82,3^{**}$	$823,5 \pm 54,5$	$664,5 \pm 54,6^{**}$	$740,2 \pm 52,1$
SDNN-i, ms	$74,6 \pm 34,2^{**}$	$105 \pm 9,3$	$52,7 \pm 14,2^{**}$	$94,6 \pm 7,2$
SDANN, ms	$132,6 \pm 51,1$	$127 \pm 35$	$105,3 \pm 30,5^{*}$	$127 \pm 35$
rMSSD, ms	$62,9 \pm 47,5$	$82,5 \pm 12,3$	$38,4 \pm 17,5^{**}$	$77,1 \pm 7,8$
pNN50, %	$23,2 \pm 15,4^{**}$	$42,7 \pm 6,8$	$12,4 \pm 7,8^{**}$	$39,9 \pm 6,8$
ІН, ум. од.	$207,9 \pm 347,7$	$60 \pm 30$	$176,6 \pm 74,3^{**}$	$60 \pm 30$
АМо, %	$33,3 \pm 15,2^{**}$	$18 \pm 1$	$38,5 \pm 6,5^{**}$	$18 \pm 1$
VLF, $mc^2$	$2494,8 \pm 1363,07^{*}$	$1369 \pm 403$	$1546 \pm 1091,5$	$1433,8 \pm 753$
LF, $mc^2$	$1956,9 \pm 1597,8$	$1256 \pm 995,5$	$1099,4 \pm 1360,1$	$1267,5 \pm 1221,6$
HF, $mc^2$	$2996,7 \pm 4038,3$	$1715,8 \pm 1859,3$	$1199,04 \pm 1164,5$	$1462,8 \pm 1346,8$
LF/HF	$1,12 \pm 0,6$	$1,05 \pm 0,45$	$1,35 \pm 0,69$	$1,25 \pm 1,1$
ПАРС, у.о.	$4,44 \pm 1,31^{*}$	0-3	$4,14 \pm 1,13^{*}$	0-3

**Примітки:** \* - різниця достовірна щодо нормативних показників ( $p < 0,05$ ); \*\* - різниця достовірна щодо нормативних показників ( $p < 0,01$ ).

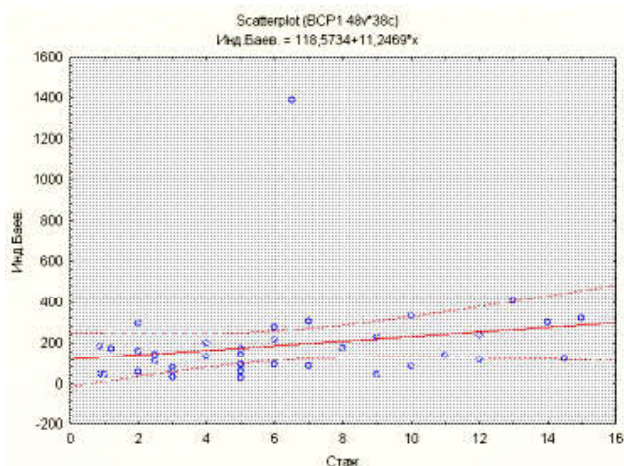


Рис. 1. Залежність ІН від тривалості захворювання незалежно від статі ( $r=0,38$ ).

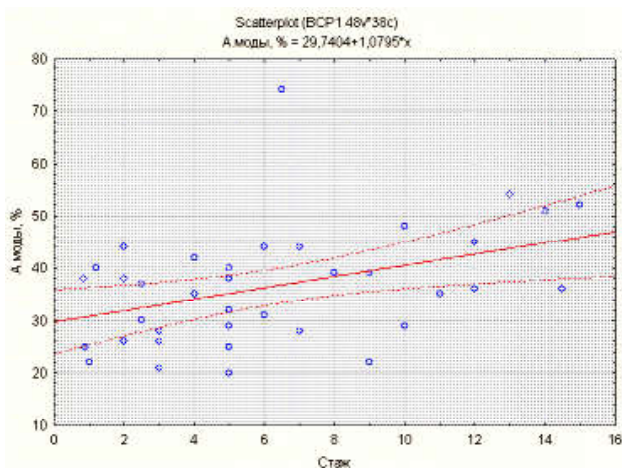


Рис. 2. Залежність амплітуди моди від тривалості захворювання незалежно від статі ( $r=0,410$ ).

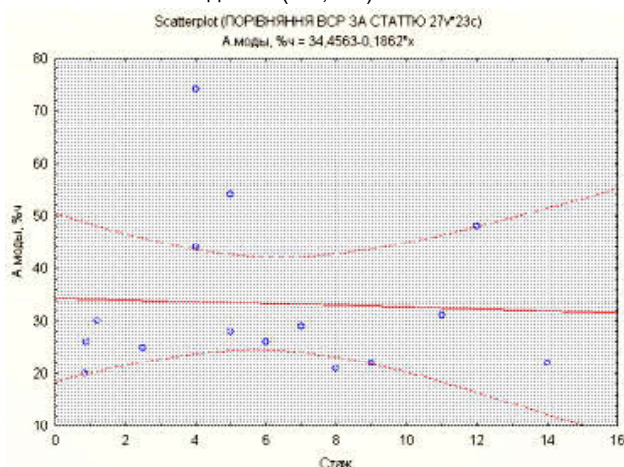


Рис. 3. Залежність амплітуди моди від тривалості захворювання у дівчат ( $r=0,42$ ).

тистично значуще зниження rMSSD. Наведені дані свідчать, що крім зниження BCP спостерігається також вплив на функції розкидання та концентрації ритму си-

нусового вузла наступним чином. Функція розкидання ритму знижена в обох групах і різниця показників, що її характеризують, між групами, статистично не достовірною ( $p>0,05$ ). Функцію концентрації ритму через статистично не достовірне зниження rMSSD у 1-й групі можна вважати підвищеною помірно, тоді як у 2-й групі спостерігається більш значне підвищення функції концентрації ритму через виражене і статистично значуще зниження rMSSD і більші показники АМо. В обох групах спостерігається підвищення індексу напруження, але значуще підвищення виявлено лише у хлопчиків 2-ї групи, що свідчить про наростання напруження адаптаційно-приспосувальних механізмів та симпатикотонії. При аналізі спектральних показників BCP підвищення їх у обох групах, як і міжгрупова різниця, статистично недостовірні ( $p>0,05$ ) (табл. 2).

При аналізі BCP у дівчат залежно від тривалості захворювання виявлено збільшення ЧСС порівняно з нормою (зниження Mean) (табл. 3). У дівчат обох груп виявлено статистично достовірне зниження NN (Mean), SDNN-i, rMSSD, pNN50, що свідчить про зниження загальної BCP. Підвищення ІН свідчить про напруження адаптаційно-приспосувальних механізмів та підвищення тону симпатичної нервової системи, причому у дітей 2-ї групи показник перевищував не тільки нормативні ( $p<0,05$ ), але й показник 1-ї групи ( $p<0,01$ ). Це свідчить про прогресуюче з часом ураження парасимпатичної ланки ВНС, посилення симпатичних впливів та наростання з тривалістю хвороби напруження адаптаційно-приспосувальних механізмів. Функція розкидання ритму знижена в обох групах і різниця показників, що її ха-

Таблиця 2. Показники вегетативного гомеостазу за даними статистичних та спектральних показників добової варіабельності ритму серця у хлопчиків, хворих на цукровий діабет І типу з різною тривалістю захворювання ( $M \pm m$ ).

Показники BCP	Хлопчики, тривалість хвороби 0-5 років, n=8	Хлопчики, тривалість хвороби 6 та більше років, n=7	Норма
Mean, ms	734,75±89,1 **	673,4±64,8 **	823,5±54,5
SDNN-i, ms	87,37±34,6 **	60±29,4 **	105±9,3
SDANN, ms	143,37±58,2	120,4±42,6	127±35
rMSSD, ms	72,25±54,1	48,8±37,7 **	82,5±12,3
pNN50, %	29,6±15,2 **	15,9±13,1 **	42,7±6,8
ІН, ум. од.	85,5±89,1	479,7 *	60±30
АМо, %	26,75±7,68 **	40,8±18,6 **	18±1
VLF, мс²	3073,8±1292,2 **	1833±1195,3	1369±403
LF, мс²	2381,75±1817,3	1471,4±1260,4	1256±995,5
HF, мс²	3571,6±4894	2339,7±3025,9	1715,8±1859,3
LF/HF	1,14±0,72	1,09±0,4	1,05±0,45
ПАРС, у.о.	4,56±1,01	4,29±1,70	0-3

Примітки: \* - різниця достовірною щодо нормативних показників ( $p<0,05$ ), \*\* - різниця достовірною щодо нормативних показників ( $p<0,01$ ).

**Таблиця 3.** Показники вегетативного гомеостазу за даними статистичних та спектральних показників добової варіабельності ритму серця у дівчат, хворих на інсулінозалежний цукровий діабет з різною тривалістю захворювання ( $M \pm m$ ).

Показники BCP	Хлопчики, трива- льсть хвороби 0-5 років, n=8	Хлопчики, трива- льсть хвороби 6 та більше років, n=7	Норма
Mean, ms	677,5±69,8 **	650,3±27,6 **	740,2±52,1
SDNN-i, ms	56,9±14,8 **	48,18±12,8 **	94,6±7,2
SDANN, ms	110±33,8	100±27,5 *	127±35
rMSSD, ms	40,8±17,7 **	35,8±17,9 **	77,1±7,8
pNN50, %	14,1±9,2 **	10,58±6,05 **	39,9±6,8
IH, ум. од.	135,58±47,7 **, ***	221,4±73,7 **, ***	60±30
AMo, %	35,1±5,42 **, ***	42,2±5,8 **, ***	18±1
VLF, мс <sup>2</sup>	1829,4±1271,2	1236,8±801,3	1433,8±753
LF, мс <sup>2</sup>	1157,9±1228,1	1035,7±1549,9	1267,5±1221,6
HF, мс <sup>2</sup>	1333±1908	1052,9±1429,8	1462,8±1346,8
LF/HF	1,04±0,73	1,29±0,66	1,25±1,1
ПАРС, у.о.	4,27±0,65*	4,0±1,48	0-3

**Примітки:** \* - різниця достовірна щодо нормативних показників ( $p < 0,05$ ); \*\* - різниця достовірна щодо нормативних показників ( $p < 0,01$ ); \*\*\* - різниця достовірна між показниками досліджуваних груп при різній тривалості захворювання ( $p < 0,01$ ).

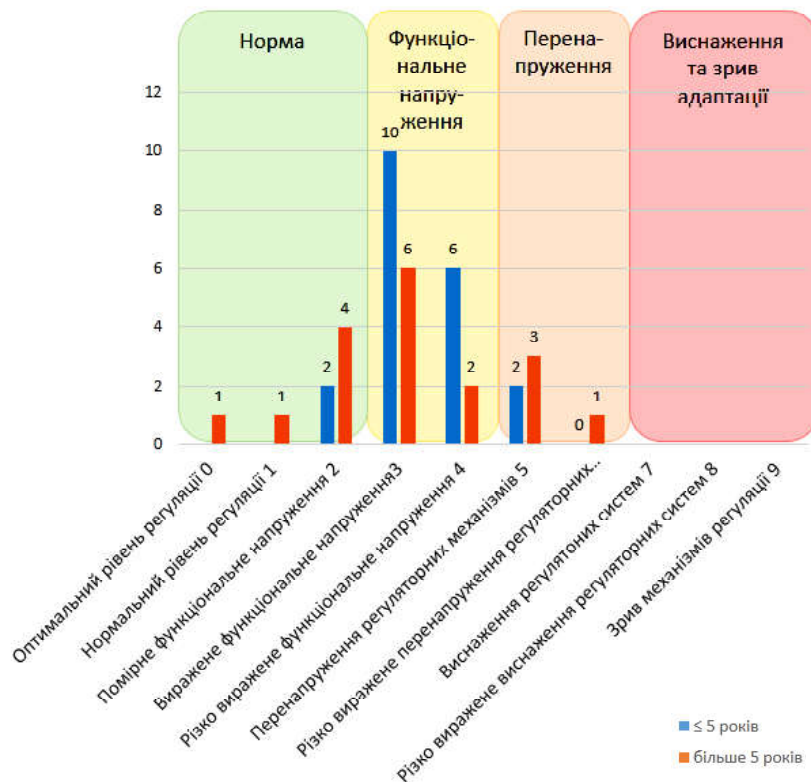
рактизують, між групами, статистично не достовірна ( $p>0,05$ ). Функція концентрації ритму серця підвищена у обох групах, про що свідчить збільшення показників rMSSD та AMo. Причому, AMo у 2-й групі достовірно вища, порівняно з 1-ю групою та нормативними показниками. Визначається зниження SDANN, яке у 2-й групі більш виражене (різниця між групами і в 1-й групі порівняно з нормою статистично не достовірна).

Усі показники спектрального аналізу ВСР відрізнялися не достовірно від нормативних показників і мали тенденцію до зниження (крім VLF у 1-й групі). Подібні зміни спектральних показників можуть бути обумовлені тим, що однією з головних умов для валідності цих показників є стаціонарність процесу, а при добовій реєстрації ЕКГ стаціонарності немає і за окремих та дуже рідкісних ситуацій не може бути (на відміну від 5-и хвилинних ділянок запису), особливо за наявності порушень серцевого ритму, що підтверджується великою кількістю дослідників. Тому застосування показників спектрального аналізу ВСР при добовому моніторингу досі є дискусійним [4, 8].

На підставі розрахованого ПАРС хворі були розділені відповідно до так званих "сходинок станів", що характеризують адаптаційні можливості організму відповідно до стану активності регуляторних систем [1].

Як видно з рисунка 4, лише 2 дитини (10%) з тривалістю захворювання до 5 років та 6 (33,3%) дітей з тривалістю захворювання 6 та більше років мають нормальні адаптаційні можливості. Переважна більшість хворих обох груп знаходяться у стані функціонального напруження (80% та 44,5% відповідно). У стані перенапруження адаптаційних можливостей перебувають 2 (10%) дітей з тривалістю захворювання до 5 років та 4 (22,2%) дітей з тривалістю захворювання 6 та більше років. У жодної дитини не визначалося виснаження та зриву адаптаційних механізмів. Також варто зазначити, що для дітей з меншою тривалістю захворювання характерна більш "згрупована" характеристика адаптаційних можливостей, тоді як зі збільшенням тривалості захворювання підвищується варіабельність адаптаційних змін.

Таким чином, в ході нашого дослідження виявлено зниження варіабельності ритму серця, а також активності парасимпатичної нервової системи, що її обумовлює, та підвищення чутливості ритму серця до симпатичних впливів. Наявність таких змін у обох групах, незалежно від статі, свідчить про раннє ураження парасимпатичної ланки ре-



**Рис. 4.** Характеристика адаптаційних можливостей у хворих на цукровий діабет I типу залежно від тривалості захворювання.



гуляції серцевої діяльності, що є достатньо ранньою ознакою діабетичної автономної нейропатії серця.

Отже, зі зростанням тривалості захворювання зростає ЧСС, слабнуть парасимпатичні та посилюються симпатичні впливи, зростає напруження адаптаційно-приспосовувальних механізмів, слабне функція розкидання серцевого ритму і посилюється функція концентрації ритму, що свідчить про трансформацію функціональних вегетативних порушень у автономну нейропатію серця.

## Висновки та перспективи подальших розробок

1. У дітей, хворих на цукровий діабет І типу, незалежно від статі визначається прогресуюче з тривалістю захворювання зниження варіабельності серцевого ритму.

2. При аналізі ВСР у хлопчиків і дівчаток, хворих на цукровий діабет І типу, визначається прогресуюче ураження парасимпатичної ланки ВНС.

3. У дітей, хворих на цукровий діабет І типу, встановлено зниження функції розкидання серцевого ритму і посилення функції концентрації ритму.

4. Відповідно до показників активності регуляторних систем, переважна більшість дітей, хворих на цукровий діабет І типу, знаходяться у стані функціонального напруження адаптаційно-приспосовувальних механізмів.

5. Дослідження ВСР та зміни адаптаційних можливостей у дітей, хворих на цукровий діабет І типу, дозволяє на ранніх стадіях захворювання діагностувати прогресуючу автономну нейропатію серця, що при відповідному лікуванні покращить прогноз та якість життя цих хворих.

Подальше вивчення цієї проблеми дозволить розробити підходи до своєчасного виявлення та відповідного лікування автономної нейропатії серця у дітей, хворих на цукровий діабет І типу.

## Список посилань

- Баевский, Р. М., Иванов, Г. Г., Чирейкин, Л. В., Гаврилушкин, А. П., Довгалецкий П. Я., Кукушкин А. Я., ... & Медведев, М. М. (2001). Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации). *Вестник Аритмологии*, 24, 65-87. Взято с <http://www.vestar.ru/atts/1267/24baevsky.pdf>
- Макаров, Л. М. (2017). *Холтеровское мониторирование*. (4-е изд.). Москва: ИД "МЕДПРАКТИКА-М". ISBN 978-5-98803-362-2
- Agashe, S., & Petak, S. (2018). Cardiac Autonomic Neuropathy in Diabetes Mellitus. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*, 14 (4), 251-256. doi: 10.14797/mdcj-14-4-251
- Athithan, L., Gulsin, G. S., McCann, G. P., & Levett, E. (2019). Diabetic cardiomyopathy: Pathophysiology, theories and evidence to date. *World Journal of Diabetes*, 10 (10), 490-510. doi: 10.4239/wjd.v10.i10.490
- Dedov, I. I., Shestakova, M. V., Peterkova, V. A., Vikulova, O. K., Zheleznyakova, A. V., Isakov, M. A., ... & Shiryaeva, T. Y. (2017). Diabetes mellitus in children and adolescents according to the Federal diabetes registry in the Russian Federation: dynamics of major epidemiological characteristics for 2013-2016. *Diabetes mellitus*, 20 (6), 392-402. <https://doi.org/10.14341/DM9460>
- Gumeniuk, O. L. G. A., Bolotova, N., Averianov, A., & Chernenkov, I. U. (2020). Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy in children. *European Heart Journal*, 41 (2), ehaa946-3200. <https://doi.org/10.1093/ehjci/ehaa946.3200>
- Jia, G., Hill, M. A., & Sowers, J. R. (2018). Diabetic cardiomyopathy: an update of mechanisms contributing to this clinical entity. *Circulation research*, 122 (4), 624-638. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.117.311586
- Lee, W. S., & Kim, J. (2017). Diabetic cardiomyopathy: where we are and where we are going. *The Korean Journal of internal medicine*, 32 (3), 404-421. doi: 10.3904/kjim.2016.208
- Lorenzo-Almorós, A., Tuñón, J., Orejas, M., Cortés, M., Egido, J., & Lorenzo, Ó. (2017). Diagnostic approaches for diabetic cardiomyopathy. *Cardiovascular Diabetology*, 16 (1), 28. <https://doi.org/10.1186/s12933-017-0506-x>
- Marwick, T. H., Ritchie, R., Shaw, J. E., & Kaye, D. (2018). Implications of underlying mechanisms for the recognition and management of diabetic cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*, 71 (3), 339-351.
- Murtaza, G., Virk, H. U. H., Khalid, M., Lavie, C. J., Ventura, H.,

- Mukherjee, D., ... & Paul, T. K. (2019). Diabetic cardiomyopathy-A comprehensive updated review. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62 (4), 315-326. doi: 10.1016/j.pcad.2019.03.003
- Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., ... & Shaw, J. E. (2019). Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diabetes research and clinical practice*, 157, 107843. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107843

## References

- Baevskij, R. M., Ivanov, G. G., Chirejkin, L. V., Gavrilushkin, A. P., Dovgalevskij P. Ya., Kukushkin A. Ya., ... & Medvedev, M. M. (2001). Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichny'kh e'lektrokardiograficheskikh sistem (metodicheskie rekomendaczii) [Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems (guidelines)]. *Vestnik Aritmologii - Bulletin of Arrhythmology*, 24, 65-87. Vzyato s <http://www.vestar.ru/atts/1267/24baevsky.pdf>
- Makarov, L. M. (2017). *Kholterovskoe monitoryrovanye*. (4-e yzd.). [Holter monitoring. (4th ed.)]. Moskva: ID "MEDPRAKTIKA-M". ISBN 978-5-98803-362-2
- Agashe, S., & Petak, S. (2018). Cardiac Autonomic Neuropathy in Diabetes Mellitus. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*, 14 (4), 251-256. doi: 10.14797/mdcj-14-4-251
- Athithan, L., Gulsin, G. S., McCann, G. P., & Levett, E. (2019). Diabetic cardiomyopathy: Pathophysiology, theories and evidence to date. *World Journal of Diabetes*, 10 (10), 490-510. doi: 10.4239/wjd.v10.i10.490
- Dedov, I. I., Shestakova, M. V., Peterkova, V. A., Vikulova, O. K., Zheleznyakova, A. V., Isakov, M. A., ... & Shiryaeva, T. Y. (2017). Diabetes mellitus in children and adolescents according to the Federal diabetes registry in the Russian Federation: dynamics of major epidemiological characteristics for 2013-2016. *Diabetes mellitus*, 20 (6), 392-402. <https://doi.org/10.14341/DM9460>
- Gumeniuk, O. L. G. A., Bolotova, N., Averianov, A., & Chernenkov, I. U. (2020). Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy in children. *European Heart Journal*, 41 (2), ehaa946-3200. <https://doi.org/10.1093/ehjci/ehaa946.3200>
- Jia, G., Hill, M. A., & Sowers, J. R. (2018). Diabetic cardiomyopathy: an update of mechanisms contributing to

- this clinical entity. *Circulation research*, 122 (4), 624-638. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.117.311586
8. Lee, W. S., & Kim, J. (2017). Diabetic cardiomyopathy: where we are and where we are going. *The Korean Journal of internal medicine*, 32 (3), 404-421. doi: 10.3904/kjim.2016.208
  9. Lorenzo-Almorós, A., Tuñón, J., Orejas, M., Cortés, M., Egido, J., & Lorenzo, Ó. (2017). Diagnostic approaches for diabetic cardiomyopathy. *Cardiovascular Diabetology*, 16 (1), 28. <https://doi.org/10.1186/s12933-017-0506-x>
  10. Marwick, T. H., Ritchie, R., Shaw, J. E., & Kaye, D. (2018). Implications of underlying mechanisms for the recognition and management of diabetic cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*, 71 (3), 339-351.
  11. Murtaza, G., Virk, H. U. H., Khalid, M., Lavie, C. J., Ventura, H., Mukherjee, D., ... & Paul, T. K. (2019). Diabetic cardiomyopathy- A comprehensive updated review. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62 (4), 315-326. doi: 10.1016/j.pcad.2019.03.003
  12. Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., ... & Shaw, J. E. (2019). Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diabetes research and clinical practice*, 157, 107843. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107843

#### ОЦЕНКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ, БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ I ТИПА

**Майданник В. Г., Кривонос Ю. Н., Митюрєва І. А., Терлецький Р. В., Гнілоскурєнко А. В., Романенко С. Ю., Клєц Т. Д.**  
**Аннотация.** Поражение сердца при сахарном диабете I типа у детей остаётся недостаточно изученным, и одновременно опасным осложнением. Цель исследования - изучить вариабельность сердечного ритма (BCP) и изменения адаптационных возможностей у детей, больных сахарным диабетом (СД) I типа в зависимости от длительности заболевания. Обследовано 38 детей (16 мальчиков и 22 девочки) в возрасте от 6 до 17 лет, больных СД I типа. Проведено суточное мониторирование ЭКГ с анализом BCP с использованием программно-аппаратного комплекса "ДиаКард-1" и программы "КардиоБиоритм" (АОЗТ Сольвейг, г. Киев). Оценивали показатели статистического (time domain) и спектрального (frequency domain) анализа: Mean, SDNN и, rMSSD, pNN50, IN, AMo, VLF, LF, HF, LF / HF, показатель активности регуляторных систем (ПАРС). У всех детей, больных СД I типа, статистически достоверно снижены, сравнению с нормативными, показатели Mean, SDNN и, pNN50 (а у девочек - rMSSD и SDANN) и повышены индекс напряженности (Баевского) и амплитуда моды (AMo). При корреляционном анализе всех случаев (ранговая корреляция Спирмена) выявлена корреляция IN и AMo с длительностью заболевания. ПАРС достоверно превышает пределы физиологических значений. Установлено, что подавляющее большинство больных обеих групп находятся в состоянии функционального напряжения адаптационных возможностей. С ростом продолжительности заболеваний возрастает ЧСС, слабеют парасимпатические и усиливаются симпатические влияния, растет напряжение адаптационно-приспособительных механизмов, слабеет функция разбрасывания сердечного ритма и усиливается функция концентрации ритма, что свидетельствует о трансформации функциональных вегетативных нарушений в автономную нейропатию сердца. Таким образом, у детей, больных сахарным диабетом I типа, определяется прогрессирующее с длительностью заболевания снижение вариабельности сердечного ритма, прогрессирующее поражение парасимпатического звена ВНС, снижение функции разбрасывания сердечного ритма и усиление функции концентрации ритма и функциональное напряжение адаптационно-приспособительных механизмов.  
**Ключевые слова:** сахарный диабет I типа, дети, Холтер ЭКГ, вариабельность сердечного ритма, адаптационные возможности.

#### ASSESSMENT OF HEART RATE VARIABILITY AND ADAPTIVE CAPACITY IN CHILDREN WITH TYPE I DIABETES

**Maidannik V. H., Kryvonos Yu. M., Mitiuriaeva I. O., Terletskyi R. V., Hnyloskurenko H. V., Romanenko S. Yu., Klecs T. D.**  
**Annotation.** Heart damage in type I diabetes in children is an understudied and at the same time dangerous complication. The aim of the study was to examine heart rate variability (HRV) and changes in adaptive capacity in children with type 1 diabetes mellitus (DM) depending on the duration of the disease. 38 children (16 boys and 22 girls) aged 6 to 17 years with type I diabetes were examined. Daily ECG monitoring with HRV analysis using the software and hardware complex "DiaCard-1" and the program "CardioBiorhythm" (JSC Solveig, Kyiv) was performed. Indicators of statistical (time domain) and spectral (frequency domain) analysis were evaluated: Mean, SDNN-i, rMSSD, pNN50, IN, AMo, VLF, LF, HF, LF/HF, activity index of regulatory systems. All children with type I diabetes had a statistically significant decrease in the mean values of Mean, SDNN-i, pNN50 (and in girls rMSSD and SDANN) and increased tension index (Baevsky) and fashion amplitude (AMo). Correlation analysis of all cases (Spearman's rank correlation) revealed a correlation between IN and AMo with the duration of the disease. PARS significantly exceed the limits of physiological values. It is established that the vast majority of patients in both groups are in a state of functional stress of adaptive capacity. With increasing duration of the disease, heart rate increases, parasympathetic and sympathetic influences weaken, the tension of adaptive mechanisms increases, the function of heart rate scattering weakens and the function of rhythm concentration increases, which indicates the transformation of functional autonomic disorders into autonomic. Thus, in children with type I diabetes mellitus, a progressive decrease in heart rate variability, progressive lesion of the parasympathetic link of the VNS, decrease in heart rate dislocation function and increase in rhythm concentration function and functional stress of adaptive mechanisms are determined.  
**Keywords:** type I diabetes mellitus, children, daily ECG monitoring, heart rate variability, adaptive capabilities.