

# Характеристика серцево-судинної системи дітей, хворих на цукровий діабет 1 типу, залежно від рівня їх фізичної активності



О.А. Будрейко, О.В. Морозов, С.О. Чумак

ДУ «Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків НАМН України», Харків

**Мета роботи** — визначити вплив рівня фізичної активності (ФА) на функціональний стан серцево-судинної системи (ССС) дітей, хворих на цукровий діабет (ЦД) 1 типу.

**Матеріали та методи.** У 172 дітей та підлітків 7–18 років, хворих на ЦД 1 типу, досліджували функціональний стан ССС із обчисленням розрахункових індексів та оцінкою стану мікроциркуляції, який вивчали за допомогою капіляроскопії з обчисленням загального капіляроскопічного індексу. Протягом 7 днів оцінювали рівень ФА, зокрема активність у школі, після школи і по вихідних, за допомогою адаптованого модифікованого опитувальника. Статистичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм SPSS 17.0.

**Результати та обговорення.** У дітей із ЦД 1 типу виявлено незначну поширеність підвищеного артеріального тиску (3,9%), передусім за рахунок дівчат, на відміну від хлопців, у яких випадків артеріальної гіпертензії не виявлено. Суттєвих відмінностей показників ССС залежно від стану компенсації ЦД не виявлено, за винятком вегетативного індексу Кердо (ВІК), аналіз якого показав вірогідну тенденцію до симпатикотонії у хворих із глікемічним контролем високого ризику, особливо в початковий період хвороби. Виявлено помірне підвищення ВІК на тлі зростання рухової активності в цілому по групі (від  $12,4 \pm 1,8$  до  $17,9 \pm 1,7$  ум. од.;  $p = 0,05$ ), більшою мірою в дівчат (від  $14,1 \pm 1,1$  до  $22,1 \pm 1,3$  ум. од.;  $p = 0,043$ ), ніж у хлопців (від  $9,9 \pm 1,3$  до  $15,2 \pm 1,5$  ум. од.;  $p = 0,05$ ). Вірогідне збільшення симпатикотонії на тлі підвищення рухової активності виявлено в групах хворих із субоптимальним глікемічним контролем та глікемічним контролем високого ризику, тоді як у групі пацієнтів з оптимальним глікемічним контролем вегетативний статус дітей із ЦД 1 типу на тлі підвищення ФА суттєво не змінювався. Вірогідних відмінностей стану мікроциркуляції залежно від рівня ФА при оптимальному та субоптимальному глікемічному контролі в дітей із ЦД 1 типу не виявлено на відміну від групи хворих із глікемічним контролем високого ризику, в яких низький рівень рухової активності супроводжувався виразнішими мікроциркуляторними порушеннями, а при збільшенні ФА спостерігалось поліпшення стану мікроциркуляції.

**Висновки.** У дітей, хворих на ЦД 1 типу, виявляються функціональні зміни ССС у вигляді тенденції до артеріальної гіпотонії, зменшення витривалості ССС та ослаблення її функціональних можливостей, схильності до симпатикотонії, особливо в дівчат. В умовах незадовільного глікемічного контролю ЦД у дітей високий рівень ФА сприяє персистенції симпатикотонії та розвитку артеріальної гіпертензії, а низька ФА супроводжується погіршенням мікроциркуляції.

**Ключові слова:** цукровий діабет, діти, фізична активність, судинні ускладнення, симпатикотонія, мікроциркуляторні порушення.

Численні метаболічні порушення, які супроводжують перебіг цукрового діабету (ЦД) 1 типу, зумовлюють розвиток діабетичних ускладнень, передусім судинних ушкоджень — як мікросудинних (нефропатії, ретинопатії), так і макросудинних

(кардіопатія, енцефалопатія, макроангіопатія кінцівок), що стає основною причиною інвалідизації та скорочення життя хворих [1, 7, 8, 12]. Найважливішими патогенетичними факторами формування діабетичних судинних ускладнень

Стаття надійшла до редакції 11 червня 2015 р.

Будрейко Олена Анатоліївна, д. мед. н., ст. наук. співр.  
E-mail: lbudreiko@ukr.net

наразі вважають гіперглікемію, дисліпідемію та окиснювальний дисбаланс, ступінь виявів яких у хворих на ЦД значною мірою пов'язується також і з недостатньою фізичною активністю (ФА) [5, 15].

У наукових дослідженнях обговорюється залежність розвитку судинних ускладнень від зниженої ФА у хворих на ЦД. У більшості робіт доведено профілактичну дію ФА щодо розвитку серцево-судинної патології незалежно від типу рухової активності — оздоровчої або спортивної [11, 13]. При визначенні доклінічних маркерів атеросклерозу та максимального споживання кисню в підлітків із ЦД 1 типу виявлено схильність до раннього формування атеросклерозу у хворих із низьким рівнем ФА [16]. Встановлено сприятливий ефект ФА щодо зменшення виразності чинників ризику кардіоваскулярної патології як у хворих на ожиріння, так і на ЦД 1 типу віком 11–13 років [9]. Однак в окремих дослідженнях подібного причинно-наслідкового зв'язку не виявлено, що автори пояснюють радше тяжкістю органних ушкоджень, які перешкоджають виконанню пацієнтами фізичних вправ, ніж зниженням ризику їх розвитку при збільшенні ФА [17].

У пацієнтів із ЦД 1 типу відзначено позитивний ефект фізичних навантажень (ФН) на стан вегетативної нервової системи (зменшення дисбалансу симпатичної та парасимпатичної складової) [4]. Є поодинокі дані щодо сприятливого впливу ФА на капілярну судинну систему пацієнтів із ЦД, але вони стосуються дорослих хворих [6], а в пацієнтів дитячого віку подібні дослідження не проводились.

У більшості випадків серцево-судинні захворювання, асоційовані з діабетом, виникають у зрілому віці, натомість у хворих дітей клінічно виразні стадії діабетичної мікро-, макроангіопатії практично не виявляються, а ознаки ураження судин мають зазвичай функціональний характер. Однак достатній рівень ФА в період дитинства може стати кращою профілактикою цих ускладнень з огляду на тісний зв'язок рухової активності та стану серцево-судинної системи [14]. Але ці питання в науковій літературі висвітлені недостатньо, що зумовлює особливу актуальність дослідження стану судин залежно від рівня ФА у дітей, хворих на ЦД 1 типу.

**Мета роботи** — визначити вплив рівня фізичної активності на функціональний стан серцево-судинної системи дітей, хворих на цукровий діабет 1 типу.

### Матеріали та методи

Обстежено 172 хворих на ЦД 1 типу віком 7–18 років, у тому числі 87 дівчат і 85 хлопців, які перебували на обстеженні й лікуванні у відділенні ендокринології ДУ «ІОЗДП НАМНУ». Тривалість захворювання у досліджуваних хворих становила від 0,5 до 16 років.

Стан вуглеводного обміну аналізували за показниками глюкозурії, кетонурії, глікемії, глікованого гемоглобіну (HbA<sub>1c</sub>). За рівнем останнього як інтегрального показника тривалої компенсації хвороби обстежених розподілили на три групи згідно з рекомендаціями ISPAD [10]: з показником HbA<sub>1c</sub> менше 7,5 %, який відображав оптимальний глікемічний контроль (1-ша група, 53 особи); з показником HbA<sub>1c</sub> від 7,5 до 9,0 %, що відповідав субоптимальному глікемічному контролю (2-га група, 47 осіб); з показником HbA<sub>1c</sub> понад 9,0 % — глікемічний контроль високого ризику (3-тя група, 72 особи).

Рівень ФА досліджували за допомогою адаптованого модифікованого опитувальника з оцінкою ФА протягом 7 днів, зокрема активність у школі, після школи й по вихідних [3]. За рівнем ФА хворих розподілили на групи: із ФА < 7 балів (ФА1 — низький рівень, n = 44), із ФА 7–9 балів (ФА2 — помірний рівень, n = 68), із ФА > 9 балів (ФА3 — високий рівень, n = 60).

Функціональний стан серцево-судинної системи (ССС) оцінювали за показниками частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (АТ) (систоличного (САТ) і діастолічного (ДАТ), пульсового АТ (ПАТ) як різниці між САТ і ДАТ, середнього динамічного тиску (СДТ) за формулою Вецлера і Богера):

$$\text{СДТ} = 0,42 \cdot \text{САТ} + 0,58 \cdot \text{ДАТ},$$

де СДТ — середній динамічний тиск (мм рт. ст.), САТ — систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.), ДАТ — діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.).

Рівень СДТ розцінювали як інтегральний результативний показник кровообігу.

На основі показників САТ, ДАТ та ЧСС обчислювали функціональні індекси [2]:

коефіцієнт витривалості (КВ) розраховували за формулою А. Квааса:

$$\text{КВ} = \text{ЧСС} / \text{САТ} - \text{ДАТ},$$

де КВ — коефіцієнт витривалості (ум. од.), САТ — систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.), ДАТ — діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.), ЧСС — частота серцевих скорочень (за 1 хв).

Збільшення цього показника понад 20 ум. од. вважали за ослаблення, а зниження менше 16 — за посилення функціональних можливостей ССС.

Коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК) розраховували за формулою:

$$\text{КЕК} = (\text{САТ} - \text{ДАТ}) \cdot \text{ЧСС},$$

де КЕК — коефіцієнт економічності кровообігу (ум. од.), САТ — систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.), ДАТ — діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.), ЧСС — частота серцевих скорочень (за 1 хв).

Підвищення цього показника понад 2600 ум. од. свідчило про тенденцію до економії витрат резервів ССС, тобто про зменшення енерговитрат організму на кровообіг на тлі первотомі.

Для опосередкованого визначення забезпеченості міокарда киснем використовували коефіцієнт Робінсона (КР), який розраховували за формулою:

$$КР = ЧСС \cdot САТ / 100,$$

де КР — коефіцієнт Робінсона (ум. од.),

ЧСС — частота серцевих скорочень (за 1 хв),

САТ — систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.).

Зниження КР свідчило про ознаки ішемії міокарда.

Індекс Аллговера (ІА) розраховували за формулою:

$$ІА = ЧСС / САТ,$$

де ІА — індекс Аллговера (ум. од.),

ЧСС — частота серцевих скорочень (за 1 хв),

САТ — систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.).

Показник цього індексу зі знаком «-» свідчив про ступінь зменшення систолічного викиду як головного прогностичного показника кровообігу.

Вегетативний індекс Кердо (ВІК), який застосовували для оцінки загальної адаптації за функціональним станом вегетативної нервової системи, обчислювали за формулою:

$$ВІК = 100 \cdot (1 - ДАТ / ЧСС),$$

де ВІК — вегетативний індекс Кердо (ум. од.),

ДАТ — діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.),

ЧСС — частота серцевих скорочень (за 1 хв).

При значеннях від плюс 10 ум. од. до мінус 10 ум. од. діагностували стан еутонії, або рівноваги вегетативної нервової системи, збільшення ВІК понад плюс 10 ум. од. свідчило про посилення симпатикотонії та посилення процесів катаболізму з витратами резервів організму, зменшення ВІК нижче мінус 10 ум. од. оцінювали як вияв парасимпатикотонії, більш сприятливого анаболічного варіанта метаболізму та економного режиму функціонування.

Стан мікроциркуляції вивчали за допомогою капіляроскопії (капіляроскоп М70-А). Ступінь порушення мікроциркуляції оцінювали згідно з показником загального капіляроскопічного індексу (ЗКІ): 1 ступінь (6–12 балів) відповідав доклінічній стадії мікроангіопатії (n = 15), 2а ступінь (13–18 балів) — помірним порушенням мікроциркуляції за спастичним типом (n = 21), 2б ступінь (18–25 балів) — значним порушенням мікроциркуляції за типом веностазу (n = 10) [2].

Статистичний аналіз отриманих даних здійснювали з використанням пакета прикладних програм SPSS 17.0 методом варіаційної статистики з використанням параметричних (аналіз середніх величин (M), похибки середньої (m), двобічного t-критерію Стьюдента) і непараметричних (критерій Уїлкоксона—Манна—Уїтні) методів, проведенням кореляційного аналізу з визначенням коефіцієнта Спірмена (r). Критичний рівень значущості для перевірки статистичних гіпотез приймали не вищим за 0,05.

## Результати та обговорення

Дослідження показників АТ у дітей із ЦД 1 типу показало незначну поширеність у хворих підвищеного АТ.

У дітей із ЦД 1 типу виявили зниження рівня АТ, частота якого з віком поступово знижувалася (САТ — від 96,8 % серед хворих 7–10 років до 25,5 % серед хворих старше 16 років; p = 0,045, ДАТ — від 83,9 % серед хворих 7–10 років до 15,7 % серед хворих старше 16 років; p = 0,039).

Систолічну артеріальну гіпертензію виявляли, лише починаючи з 14 років, — у 3,8 % обстежених, а систолічну та діастолічну — із 16 років у 3,9 % дітей. При цьому випадки артеріальної гіпотонії частіше визначали в дівчат молодшого шкільного віку — 7–10 років (знижений САТ був у 100,0 % хворих, ДАТ — у 81,2 %) і в 11–13 років (зниження САТ виявляли у 68,2 %, ДАТ — у 63,4 %) порівняно з відповідними показниками хлопців — 57,1 і 50,0 %. Починаючи з 14 років, частота артеріальної гіпотонії незалежно від віку зменшується практично вдвічі за рахунок зростання нормотонії. У дівчат з 14 років з'являються випадки підвищення САТ (у 7,7 %), а з 16 років — підвищення як САТ (у 7,4 %), так і ДАТ (у 7,4 %), на відміну від хлопців такого ж віку, в яких випадків артеріальної гіпертензії не виявлено.

Вірогідних відмінностей структури патологічних змін АТ залежно від стану компенсації хвороби за рівнем НВА<sub>1с</sub> у хворих дітей не виявлено.

Тенденція до артеріальної гіпотонії зберігалась у хворих на ЦД 1 типу незалежно від рівня ФА із досить високою її поширеністю навіть у хворих з високою ФА (зниження САТ — у 54,4 % дітей з ФА3 порівняно з 46,1 % з ФА2 та 57,1 % з ФА1, ДАТ — 50,9 % з ФА1, 38,5 % з ФА2, 31,4 % з ФА3).

Підвищення АТ виявлено лише в дівчат груп ФА2 (САТ — у 6,9 %, ДАТ — у 3,4 %) та ФА3 (САТ — у 4,0 %, ДАТ — у 4,0 %).

Аналіз розрахункових показників функціонального стану ССС показав незначні їх відхилення від норми в дітей із ЦД 1 типу. Так, рівень КВ становив (20,1 ± 0,4) ум. од., а КЕК — (3091,7 ± 50,1) ум. од., що свідчило про тенденцію до зменшення енерговитрат організму на кровообіг та послаблення функціональних можливостей ССС у цих хворих, а це своєю чергою може свідчити про реакцію на персистенцію метаболічних порушень, притаманних діабету.

Рівень ВІК ((15,5 ± 1,5) ум. од.) відображав наявність легкої симпатикотонії в дітей із ЦД, а показники ІА ((0,74 ± 0,01) ум. од.) та КР ((82,0 ± 0,8) ум. од.) — відсутність суттєвої патології міокарда у хворих дітей.

Погіршення функціонального стану ССС за показниками КВ та КЕК зі зростанням тривалості хвороби у хворих на ЦД не виявлено (КВ — (20,7 ± 0,9) ум. од. на першому році хвороби, (21,0 ± 1,3) ум. од. за тривалості ЦД 1–3 роки, (20,0 ± 0,5) ум. од. за тривалості ЦД 3–8 років,

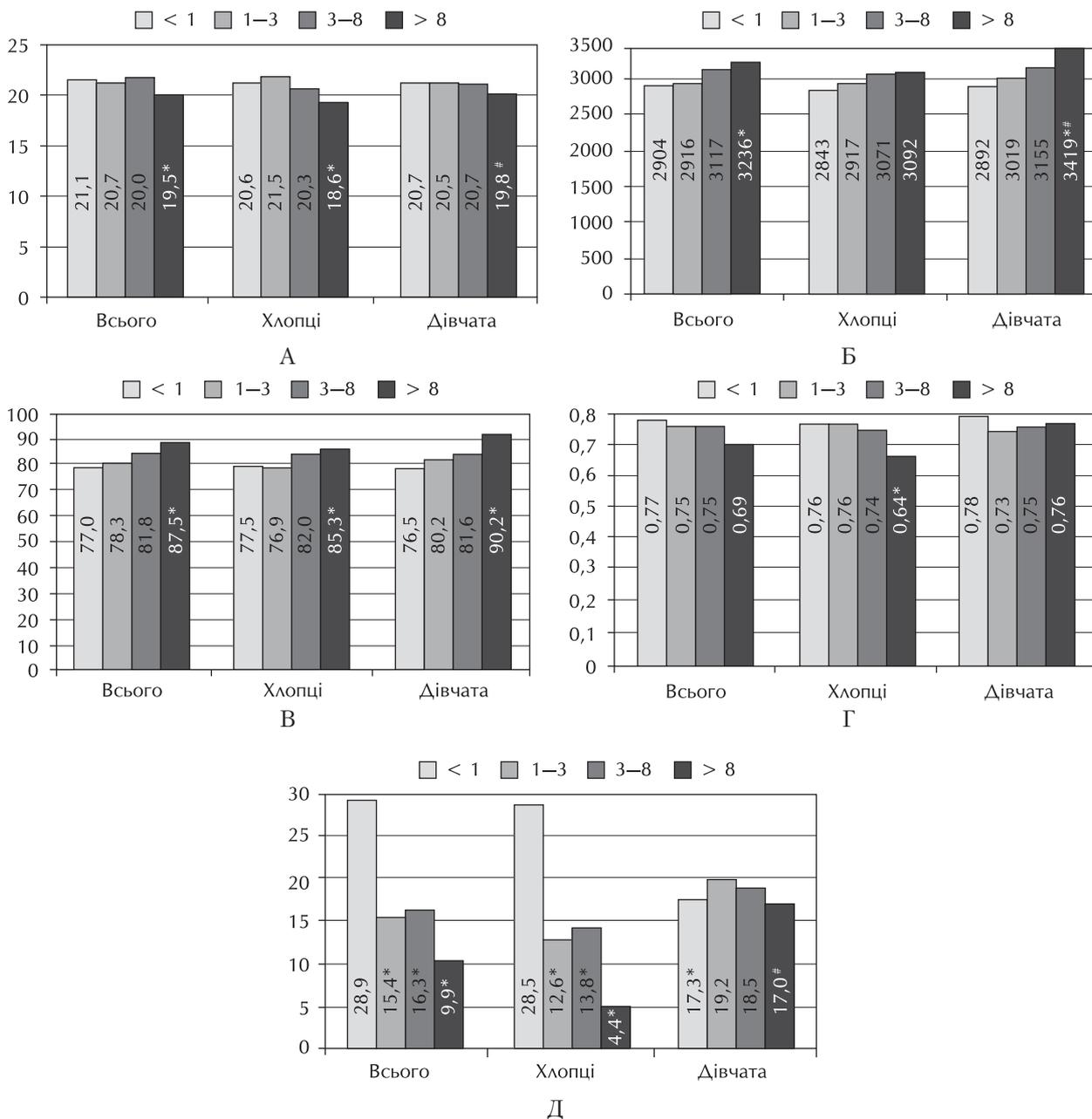


Рис. 1. Статеві відмінності показників функціонального стану ССС у дітей та підлітків, хворих на ЦД 1 типу: А — коефіцієнт Квааса (КВ), Б — коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК), В — коефіцієнт Робінсона (КР), Г — індекс Аллгвера (ІА), Д — вегетативний індекс Кердо (ВІК)

\*p < 0,05 — вірогідність відмінностей відносно групи хворих із тривалістю ЦД < 1 року; #p < 0,05 — вірогідність відмінностей показника дівчат відносно показника хлопців з однаковою тривалістю ЦД

(19,5 ± 1,0) ум. од. за тривалості ЦД більше 8 років, p > 0,05; КЕК — (2903,9 ± 173,5) ум. од. на першому році хвороби, (2916,4 ± 137,3) ум. од. за тривалості ЦД 1–3 роки, (3116,7 ± 61,9) ум. од. за тривалості ЦД 3–8 років, (3236,5 ± 125,4) ум. од. за тривалості ЦД більше 8 років, p > 0,05) (рис. 1А, Б).

Водночас у дівчат відзначалася тенденція до певної економії витрат резервів ССС та відсутність відновлення помірно знижених функціональних можливостей ССС (КВ — (20,7 ± 0,7) ум. од. на першому році хвороби, (20,4 ± 2,3) ум. од. за тривалості ЦД 1–3 роки, (19,8 ± 0,5) ум. од. за тривалості

ЦД 3–8 років, (20,7 ± 1,1) ум. од. за тривалості ЦД більше 8 років, p > 0,05; КЕК — (2892,9 ± 177,1) ум. од. на першому році хвороби до (3019,6 ± 159,3) ум. од. за тривалості ЦД 1–3 роки, (3155,8 ± 85,2) ум. од. за тривалості ЦД 3–8 років та (3419,3 ± 106,5) ум. од. за тривалості ЦД більше 8 років, p = 0,046) на відміну від хлопців (КВ — від (20,6 ± 1,3) ум. од. на першому році хвороби, (21,2 ± 1,5) ум. од. за тривалості ЦД 1–3 роки, (20,3 ± 0,7) ум. од. за тривалості ЦД 3–8 років до (18,6 ± 1,2) ум. од. за тривалості ЦД більше 8 років, p = 0,048; КЕК — (2916,7 ± 221,5) ум. од. на першо-

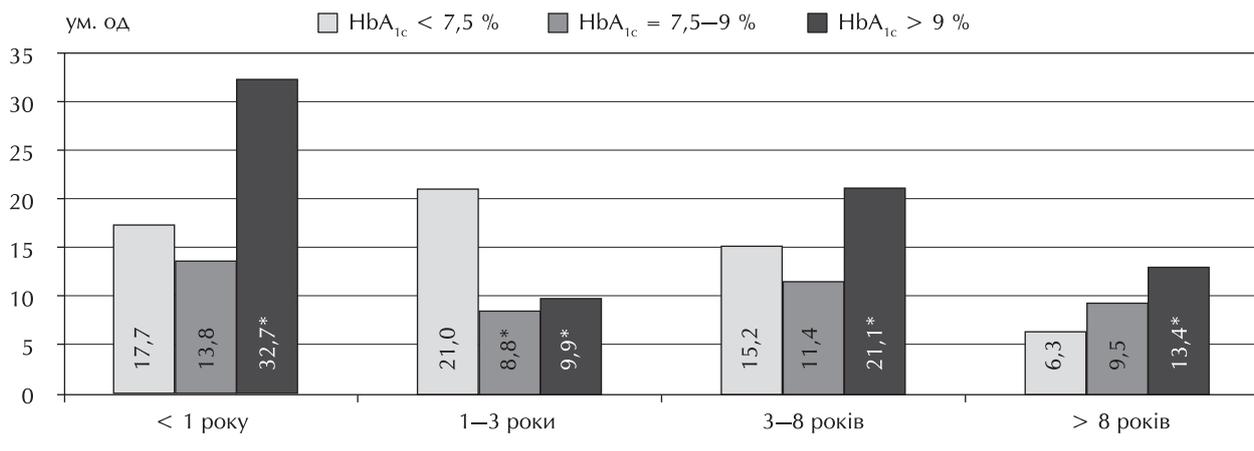


Рис. 2. Рівень ВІК у дітей, хворих на ЦД 1 типу, з різним станом глікемічного контролю і тривалістю хвороби  
\*вірогідність відмінностей з групою хворих із рівнем HbA<sub>1c</sub> < 7,5 % з однаковою тривалістю ЦД (p < 0,05)

му році хвороби, (2843,5 ± 151,1) ум. од. за тривалості ЦД 1–3 роки, (3071,7 ± 90,5) ум. од. за тривалості ЦД 3–8 років та (3092,1 ± 150,8) ум. од. за тривалості ЦД більше 8 років, p > 0,05).

Подібні статеві відмінності можуть пояснюватися виразнішою метаболічною декомпенсацією в дівчат, ніж у хлопців, хворих на ЦД 1 типу.

Стан міокарда за показниками ІА та КР у дітей із ЦД залишався задовільним і відзначався поступовим збільшенням забезпеченості міокарда киснем (за рівнем КР – від (77,0 ± 3,5) ум. од. при тривалості ЦД менше 1 року до (78,3 ± 1,9) ум. од. при тривалості ЦД 1–3 роки, (81,8 ± 1,1) ум. од. при тривалості ЦД 3–8 років та (87,5 ± 1,7) ум. од. при тривалості ЦД більше 8 років, p = 0,047) і підвищенням систолічного викиду (у вигляді зниження ІА як показника ступеня дефіциту систолічного викиду – від (0,77 ± 0,03) ум. од. при тривалості ЦД менше 1 року до (0,75 ± 0,04) ум. од. при тривалості ЦД 1–3 роки, (0,75 ± 0,02) ум. од. при тривалості ЦД 3–8 років та (0,69 ± 0,02) ум. од. при тривалості ЦД більше 8 років, p = 0,049), що може відображати певну адаптацію ССС до метаболічних порушень на тлі збільшення тривалості хвороби (рис. 1 В, Г).

Зі зростанням тривалості ЦД рівень симпатикотонії за показником ВІК у хворих дітей значно зменшувався: від значно вираженого на початку хвороби – від (28,9 ± 3,2) ум. од. до (15,3 ± 3,1) ум. од. у групі з тривалістю ЦД 1–3 роки, (16,3 ± 2,0) ум. од. у групі з тривалістю ЦД 3–8 років та (9,9 ± 1,5) ум. од. після 8 років існування ЦД, p = 0,042 (рис. 1Д). Однак такі зміни були переважно у хлопців (коливання ВІК від (28,5 ± 3,9) ум. од., на першому році хвороби до (4,4 ± 1,4) ум. од. – після 8 років її тривалості; p = 0,045), але не в дівчат (коливання ВІК від (17,3 ± 5,9) ум. од. на першому році хвороби до (18,0 ± 3,0) ум. од. після 8 років існування ЦД; p > 0,05).

Суттєвих відмінностей показників ССС залежно від стану глікемічного контролю ЦД за рівнем

HbA<sub>1c</sub> не виявлено, за винятком ВІК, аналіз якого у хворих із тривалістю хвороби до 1 року та від 1 до 3 років показав вірогідну тенденцію до симпатикотонії в пацієнтів із глікемічним контролем високого ризику ((32,7 ± 9,3) і (21,1 ± 3,4) ум. од.) порівняно з показниками ВІК за оптимального глікемічного контролю в пацієнтів із відповідною тривалістю хвороби ((17,7 ± 6,5) ум. од. за тривалості ЦД до 1 року та (15,2 ± 3,4) ум. од. за тривалості ЦД 3–8 років; p = 0,041) (рис. 2).

У групі обстежених, що хворіють на ЦД 1 типу понад 8 років, симпатикотонія, як було показано вище, зменшувалася, але залишалася тенденція до збільшення її виразності зі зростанням рівня HbA<sub>1c</sub> (від (6,3 ± 2,4) ум. од. за HbA<sub>1c</sub> менше 7,5 % до (13,4 ± 3,5) ум. од. за HbA<sub>1c</sub> понад 9,0 %; p = 0,046).

Показник ВІК найбільшою мірою порівняно з іншими розрахунковими показниками також змінювався залежно від рівня ФА. Причому в загальній групі хворих відмічено його незначне підвищення на тлі зростання рухової активності (від (12,4 ± 1,8) ум. од. у групі ФА1 до (14,9 ± 1,6) ум. од. у групі ФА2 та до (17,9 ± 1,7) ум. од. у групі ФА3; p = 0,051).

Подібні зміни ВІК спостерігалися незалежно від статі, але в дівчат тенденція до симпатикотонії виявилася виразнішою (від (14,1 ± 1,1) ум. од. у групі ФА1 до (19,1 ± 1,9) ум. од. у групі ФА2 та до (22,1 ± 1,3) ум. од. у групі ФА3; p = 0,043) порівняно з хлопцями (від (9,9 ± 1,3) ум. од. у групі ФА1 до (13,4 ± 1,8) ум. од. у групі ФА2 та до (15,2 ± 1,5) ум. од. у групі ФА3; p = 0,053).

Аналіз показника ВІК серед пацієнтів з однаковою тривалістю ЦД (3–8 років) показав вірогідне підвищення симпатикотонії на тлі зростання рухової активності в групах хворих із незадовільним глікемічним контролем (субоптимальний – від (8,5 ± 1,3) ум. од. у групі ФА1 до (11,4 ± 1,8) ум. од. у групі ФА2 та до (29,4 ± 1,5) ум. од. у групі ФА3; p = 0,041), глікемічний контроль високого ри-

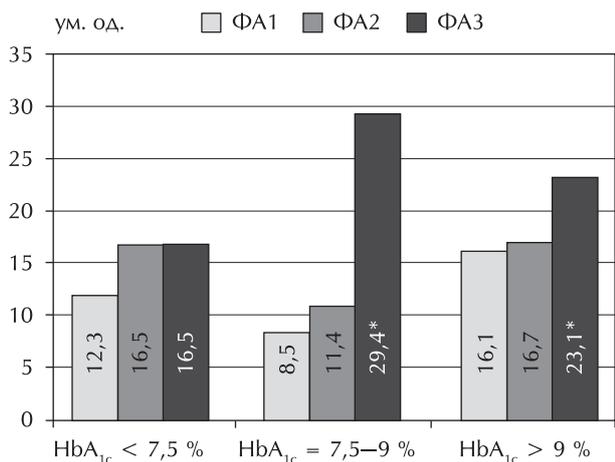


Рис. 3. Рівень ВІК з різним рівнем ФА та рівнем HbA<sub>1c</sub> у дітей із тривалістю ЦД 3–8 років:

\*вірогідність відмінностей показника з групою ФА1 хворих з однаковим рівнем HbA<sub>1c</sub> (p < 0,05)

зику – від (16,1 ± 1,8) ум. од. у групі ФА1 до (16,7 ± 2,1) ум. од. у групі ФА2 та до (23,1 ± 1,7) ум. од. у групі ФА3; p = 0,045), тоді як у групі хворих з оптимальним глікемічним контролем вегетативний статус дітей із ЦД 1 типу на тлі підвищення ФА суттєво не змінювався – від (12,3 ± 1,2) ум. од. у групі ФА1 до (16,5 ± 1,4) ум. од. у групі ФА2 та до (16,5 ± 1,5) ум. од. у групі ФА3 (рис. 3). Серед дітей із тривалістю ЦД 1 типу до 1 року та більше 8 років спостерігалися подібні зміни.

За даними капіляроскопії, у всіх обстежених хворих на ЦД 1 типу відзначали МП різного ступеня з перевагою помірних розладів мікроциркуляції 2а ступеня й однакової частоти МП першого та 2б ступеня (рис. 4).

Структура МП мала деякі статеві відмінності, що полягали в більшій частоті МП за спастичним типом у дівчат порівняно з хлопцями (66,8 і 52,4 % відповідно; p = 0,048). Частота легких МП першого ступеня та більш виразних МП 2б ступеня в струк-

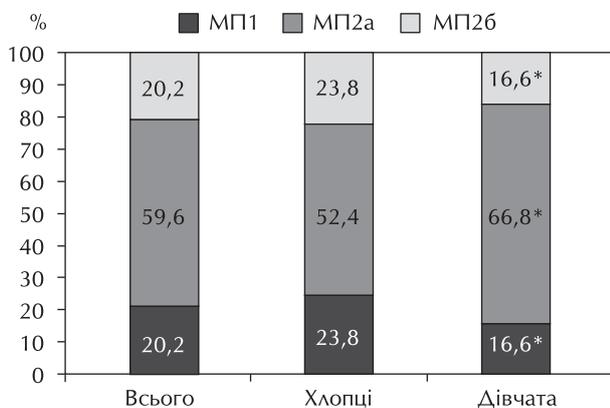


Рис. 4. Частота МП у дітей, хворих на ЦД 1 типу

\*вірогідність відмінностей показника дівчат відносно показника хлопців із відповідним ступенем МП (p < 0,05)

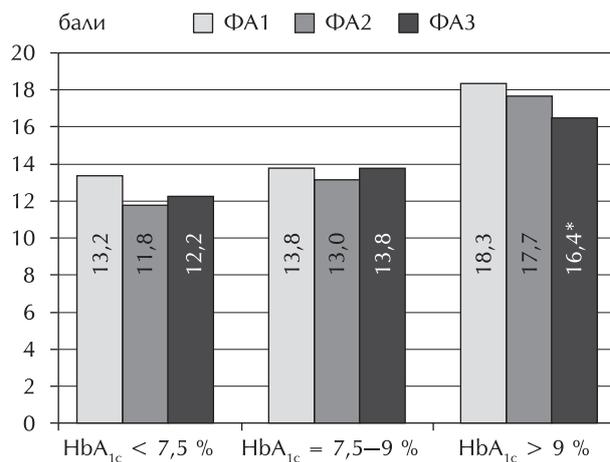


Рис. 5. Рівень загального капіляроскопічного індексу залежно від рівня ФА та рівня глікемічного контролю в дітей із тривалістю ЦД 1 типу 3–8 років

\*вірогідність відмінностей відносно групи хворих ФА1 серед пацієнтів з однаковим рівнем компенсації діабету (p < 0,05)

турі розладів була однаковою незалежно від статі, але в сумі вони займали більшу питому вагу у хлопців (47,6 %), ніж у дівчат (33,2 %; p = 0,047).

Вірогідних відмінностей стану мікроциркуляції залежно від рівня ФА в цілому по групі не виявлено, зокрема й залежно від статі. Враховуючи загальновідомий факт впливу декомпенсації вуглеводного обміну та тривалості ЦД на формування розладів мікроциркуляції, ми проаналізували показник ЗКІ у хворих з однаковою тривалістю хвороби залежно від рівня ФА та HbA<sub>1c</sub> (рис. 5).

При цьому в пацієнтів із тривалістю ЦД 3–8 років не виявлено вірогідних відмінностей стану мікроциркуляції залежно від рівня ФА за умови оптимального (від (13,2 ± 1,6) ум. од. у групі ФА1 до (11,8 ± 0,8) ум. од. у групі ФА2 та до (12,2 ± 0,8) ум. од. у групі ФА3; p > 0,05) і субоптимального глікемічного контролю (від (13,8 ± 1,0) ум. од. у групі ФА1 до (13,0 ± 0,7) ум. од. у групі ФА2 та до (13,9 ± 1,0) ум. од. у групі ФА3; p > 0,05).

При глікемічному контролі високого ризику низький рівень рухової активності супроводжується виразнішими МП ((18,3 ± 0,8) ум. од.), а збільшення ФА поєднується із поліпшенням стану мікроциркуляції та збільшенням показника ЗКІ ((17,7 ± 0,6) ум. од. у групі ФА2 і (16,4 ± 0,5) ум. од. у групі ФА3; p = 0,045). Подібні ж зміни відбувалися і в групах хворих із тривалістю ЦД менше 1 року та більше 8 років.

## Висновки

1. У дітей, хворих на цукровий діабет 1 типу, виявляються функціональні зміни серцево-судинної системи у вигляді тенденції до артеріальної гіпотонії, зменшення витривалості серцево-судинної системи та ослаблення її функціональних можливостей, схильності до симпатикотонії, особливо в дівчат.

2. В умовах незадовільного глікемічного контролю цукрового діабету в дітей високий рівень фізичної активності сприяє персистенції симпатикото-

нії та розвитку артеріальної гіпертензії, а низька фізична активність супроводжується погіршенням мікроциркуляції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубинина А.Н., Гололобов В.Т., Козина Е.В., Ланин С.Н. Влияние дозированных физических нагрузок на течение диабетической ретинопатии у больных сахарным диабетом II типа // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2011. — № 11. — С. 25–28.
2. Морган Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы. — СПб: Издательство «Питер», 2000. — 256 с.
3. Морозов О.В., Будрейко О.А. Оцінка фізичної активності у здорових та хворих на цукровий діабет дітей і підлітків (огляд літератури та власні дані) // Проблеми ендокринної патології. — 2013. — № 4. — С. 78–87.
4. Chen S.R., Lee Y.J., Chiu H.W. et al. Impact of physical activity on heart rate variability in children with type 1 diabetes // Child's Nervous System. — 2008. — Vol. 24. — P. 741–747.
5. Chudyk A., Petrella R.J. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a meta-analysis // Diabetes Care. — 2011. — Vol. 34, N 5. — P. 1228–1237.
6. Koh K.H., Dayanath B., Doery J.C. et al. The effect of exercise on urine albuminuria excretion in diabetic subjects // J. Nephrology. — 2011. — Vol. 16, N 8. — P. 704–709.
7. La Porte R.E., Dorman J.S., Tajima N. et al. Pittsburgh Insulin-Dependent Diabetes Mellitus Morbidity and Mortality Study: physical activity and diabetic complications // Pediatrics. — 1986. — Vol. 78, N 6. — P. 1027–1033.
8. Marshall S.M., Flyvbjerg A. Prevention and early detection of vascular complications of diabetes // BMJ Clinical researched. — 2006. — Vol. 333, N 7566. — P. 475–480.
9. Rees A., Thomas N., Brophy S. et al. Cross sectional study of childhood obesity and prevalence of risk factors for cardiovascular disease and diabetes in children aged 11–13 // BMC Public Health. — 2009. — Vol. 157. — P. 86.
10. Rewers M., Pihoker C., Donaghue K. et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2009 Compendium. Assessment and monitoring of glycemic control in children and adolescents with diabetes // J. Pediatric Diabetes. — 2009. — Vol. 12, N 10. — P. 71–81.
11. Rigla M., Sánchez-Quesada J., Ordóñez-Llanos J. et al. Effect of physical exercise on lipoprotein(a) and low-density lipoprotein modifications in type 1 and type 2 diabetic patients // Metabolism. — 2000. — Vol. 49. — P. 640–647.
12. Secrest A.M., Becker D.J., Kelsey S.F. et al. Cause specific mortality trends in a large population-based cohort with long-standing childhood-onset type 1 diabetes // Diabetes. — 2010. — Vol. 59, N 12. — P. 3216–3222.
13. Sideraviciūtė S., Gailiuniene A., Visagurskiene K. et al. The effect of long-term swimming program on body composition, aerobic capacity and blood lipids in 14–19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus // Medicina (Kaunas). — 2006. — Vol. 42. — P. 661–666.
14. Skriverhaug T., Bangstad H., Stene L. et al. Long-term mortality in a nationwide cohort of childhood-onset type 1 diabetic patients in Norway // Diabetologia. — 2006. — Vol. 49. — P. 298–305.
15. Soedamah-Muthu S.S., Fuller J.H., Mulnier H.E. et al. All-cause mortality rates in patients with type 1 diabetes mellitus compared with a non-diabetic population from the UK general practice research database // Diabetologia. — 2006. — Vol. 49, N 4. — P. 660–666.
16. Trigona B., Aggoun Y., Maggio A. et al. Preclinical noninvasive markers of atherosclerosis in children and adolescents with type 1 diabetes are influenced by physical activity // Journal of Pediatrics. — 2010. — Vol. 157. — P. 533–539.
17. Waden J., Forsblom C., Thorn L.M. et al. Physical activity and diabetes complications in patients with type 1 diabetes // Diabetes Care. — 2008. — Vol. 31, N 2. — P. 230–232.

## Характеристика сердечно-сосудистой системы у детей, больных сахарным диабетом 1 типа, в зависимости от уровня их физической активности

Е.А. Будрейко, А.В. Морозов, С.А. Чумак

ГУ «Институт охраны здоровья детей и подростков НАМН Украины», Харьков

**Цель работы** — определить влияние уровня физической активности (ФА) на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) детей, больных сахарным диабетом (СД) 1 типа.

**Материалы и методы.** У 172 детей и подростков 7–18 лет, больных СД 1 типа, проводили исследование функционального состояния ССС с вычислением расчетных индексов и оценкой состояния микроциркуляции, которую изучали с помощью капилляроскопии с вычислением общего капилляроскопического индекса. В течение 7 дней оценивали уровень ФА, включая активность в школе, после школы и по выходным, с помощью адаптированного модифицированного опросника. Статистический анализ полученных данных проводили с использованием пакета прикладных программ SPSS 17.0.

**Результаты и обсуждение.** У детей с СД 1 типа выявлена незначительная распространенность повышенного артериального давления (3,9%), прежде всего у девочек, но не у мальчиков, у которых случаев артериальной гипертензии не обнаружено. Существенных различий показателей ССС в зависимости от состояния компенсации СД не выявлено, за исключением вегетативного индекса Кердо (ВИК), анализ которого показал достоверную тенденцию к симпатикотонии у больных с гликемическим контролем высокого риска, особенно в начальный период болезни. Выявлено умеренное повышение ВИК на фоне роста двигательной активности в целом по группе (от  $12,4 \pm 1,8$  до  $17,9 \pm 1,7$ ) у. е.;  $p = 0,05$ ), в большей степени у девочек (от  $14,1 \pm 1,1$  до  $22,1 \pm 1,3$ ) у. е.;  $p = 0,043$ ), чем у мальчиков (от  $9,9 \pm 1,3$  до  $15,2 \pm 1,5$ ) у. е.;  $p = 0,05$ ). Достоверное повышение симпатикотонии на фоне повышения двигательной активности обнаружено в группах больных с субоптимальным гликемическим контролем и гликемическим контролем высокого риска, тогда как в группе больных с оптимальным гликемическим контролем вегетативный статус детей с СД 1 типа на фоне повышения ФА существенно не менялся. Достоверных различий состояния микроциркуляции в зависимости от уровня ФА при оптимальном и субоптимальном гликемическом контроле у детей с СД 1 типа не обнаружено в отличие от группы больных с гликемическим контролем высокого риска, у которых низкий уровень двигательной активности сопровождался более выраженными микроциркуляторными нарушениями, а при увеличении ФА отмечалось улучшение состояния микроциркуляции.

**Выводы.** У детей, больных СД 1 типа, выявляются функциональные изменения ССС в виде тенденции к артериальной гипотонии, уменьшение выносливости ССС и ослабление ее функциональных возможностей, склонности к симпатикотонии, особенно у девочек. В условиях неудовлетворительного гликемического контроля СД у детей высокий уровень ФА способствует персистенции симпатикотонии и развитию артериальной гипертензии, а низкая ФА сопровождается ухудшением микроциркуляции.

**Ключевые слова:** сахарный диабет, дети, физическая активность, сосудистые осложнения, симпатикотония, микроциркуляторные нарушения.

## The characteristics of the cardiovascular system in children with type 1 diabetes mellitus, depending on their level of physical activity

O.A. Budreiko, A.V. Morozov, S.A. Chumak

SI «Institute of Children and Adolescents Health Care of NAMS of Ukraine», Kharkiv

**The aim** – to determine the impact of physical activity (PA) on the functional state of the cardiovascular system (CVS) in children with type 1 diabetes mellitus (DM).

**Materials and methods.** Functional state of the CVS was studied in 172 children and adolescents 7–18 years old with type 1 DM with calculation of the estimated indices and assessment of microcirculation, which was investigated using capillaroscopy with calculation of Total Capillaroscopy Index (TCI). The level of PA has been assessed for 7 days, including activity at school, after school and on weekends using the adapted modified questionnaire. Statistical analysis was carried out using the application package SPSS 17.0.

**Results and discussion.** In children with type 1 DM it was found a low prevalence of high blood pressure (3.9 %), primarily among girls vs boys, among which there were no cases of hypertension. No significant differences of CVS parameters depending on the diabetes compensation were not detected, except vegetative index of Kerdo (VIK), analysis of which showed a significant tendency to sympathicotonia in patients with high risk of glycemic control, especially in the initial period of disease. A moderate increase of VIK on a background of increasing of motor activity has been identified in the whole group (from  $(12.4 \pm 1.8)$  un. to  $(17.9 \pm 1.7)$  un.,  $p = 0.05$ ), more in girls (from  $(14.1 \pm 1.1)$  un. to  $(22.1 \pm 1.3)$  un.;  $p = 0.043$ ) vs boys (from  $(9.9 \pm 1.3)$  un. to  $(15.2 \pm 1.5)$  un.;  $p = 0.05$ ). A significant increase of sympathicotonia on a background of increasing of motor activity was identified in patients with suboptimal and high risk of glycemic control, whereas in group of patients with optimal glycemic control vegetative status did not significantly change on a background of increasing PA. There were no identified significant differences in state of microcirculation in relation to PA level in children with type 1 DM with optimal and suboptimal glycemic control in contrast to the group of patients with high risk of glycemic control in which low motor activity accompanied by more expressive microcirculatory disorders; while increasing of PA showed improvement of microcirculation.

**Conclusions.** In children with type 1 DM are defined functional CVS changes in form of tendency to arterial hypotension, a decrease of endurance of CVS and weakening of its functional capacity, tendency to sympathicotonia especially in girls. High level of PA in children with poor glycemic control of diabetes contributes to sympathicotonia persistence and development of hypertension while low PA accompanied by impairment of microcirculation.

**Key words:** diabetes mellitus, children, physical activity, vascular complications, sympathicotonia, microcirculatory disorders.