

# Якість життя, нейрогуморальний статус і фізична працездатність у підлітків із синусовою тахікардією

О. Г. Іванько<sup>id</sup>\*<sup>A,C,D</sup>, А. В. Товма<sup>id</sup><sup>B</sup>, О. В. Соляник<sup>id</sup><sup>C</sup>, В. А. Дейнега<sup>id</sup><sup>B</sup>, М. В. Пацера<sup>id</sup><sup>E</sup>,  
І. В. Пашченко<sup>id</sup><sup>F</sup>, В. Я. Підкова<sup>id</sup><sup>F</sup>

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті;  
F – остаточне затвердження статті

## Ключові слова:

підлітки, синусова тахікардія, IST, Холтер ЕКГ, варіабельність кардіоритму, артеріальний тиск, гормональний статус, якість життя, фізична працездатність, фізична терапія та реабілітація.

Запорізький медичний журнал.  
2024. Т. 26, № 4(145).  
С. 282-287

\*E-mail:  
ivanko.o.g@zsmu.edu.ua

Різноманітність причин, умов і прогнозу синусової тахікардії (СТ) обґрунтували доцільність дослідження для оцінювання якості життя, стану фізичної працездатності та нейрогуморального статусу, а також перебігу СТ у підлітків віком 17 років порівняно з однолітками без порушень серцевого ритму.

**Мета роботи** – дослідити особливості нейрогуморального статусу, стану здоров'я та фізичну працездатність у підлітків обох статей віком 17 років, у яких під час профілактичного обстеження за умов добової реєстрації серцевого ритму виявлена синусова тахікардія.

**Матеріали і методи.** До відкритого проспективного дослідження залучено 165 підлітків (74 юнаки і 91 дівчина), середній вік –  $17,5 \pm 0,5$  року. У 12 юнаків і 19 дівчат, які вважали себе здоровими, під час добового моніторингу за Холтером визначили підвищення середньої частоти серцевого ритму (ЧСС) протягом доби більше ніж 90 на хвилину. Всіх дітей обстежили за програмою, що включала добовий моніторинг артеріального тиску, визначення варіабельності ЧСС, сироваткових концентрацій основних гормонів, ендотеліну та копептину. Стан здоров'я оцінювали за анкетною SF-36, а фізичну працездатність у динаміці восьмимісячної програми фізичної реабілітації (заняття на велотренажері) – за тестом PWC<sub>170</sub>.

**Результати.** На тлі СТ у підлітків обох статей виявили ознаки гіперсимпатикотонії та гуморальної дисрегуляції синусового вузла, артеріальної гіпертензії 1 ступеня, збільшення вмісту естрадіолу та остеокальцину в крові зі зниженням реніну в дівчат. СТ асоційована з низькою фізичною працездатністю підлітків. Встановили, що після її відновлення СТ припинилась.

**Висновки.** Під час профілактичного обстеження з виконанням кардіомоніторингу за Холтером 165 підлітків (середній вік – 17,5 року), які вважали себе здоровими, у 12 (16,6 %) юнаків і 19 (22,9 %) дівчат виявлено підвищення добової ЧСС понад 90 на хвилину. За даними клінічного дослідження, їхній стан відповідав міжнародному класифікатору IST, тобто неприйнятній для здорового стану СТ. IST характеризувалась гіперсимпатикотонічним типом дисрегуляції синусового вузла, у юнаків – артеріальною гіпертензією 1 ступеня, відхиленнями становлення статевого дозрівання, у дівчат – з підвищенням сироваткового вмісту загального естрадіолу, остеокальцину та з низьким рівнем вільного реніну, а також зниженням якості життя за показниками рольового функціонування, згідно з результатами опитування за анкетною SF-36. IST в обстежених перебігала на тлі зниженої фізичної працездатності за тестом PWC<sub>170</sub>. Виконання протягом 8 місяців програми фізичної реабілітації, зокрема занять на велотренажері, сприяло покращенню фізичної працездатності за тестом PWC<sub>170</sub> з початкового рівня  $8,6 \pm 1,9$  кгм/хв на кг маси тіла до  $12,8 \pm 2,1$  кгм/хв на кг у дівчат ( $p = 0,08$ ) та з  $13,2 \pm 1,5$  кгм/хв на кг до  $15,9 \pm 1,6$  кгм/хв на кг маси тіла у юнаків ( $p > 0,1$ ), а також припиненню тахікардії у підлітків з IST.

## Keywords:

adolescents, sinus tachycardia, IST, Holter ECG, heart rate, blood pressure, hormonal status, quality of life, work capacity, physical medicine and rehabilitation.

Zaporozhye Medical Journal.  
2024;26(4):282-287

## Quality of life, neuro-humoral status and physical performance in adolescents with sinus tachycardia

O. H. Ivanko, A. V. Tovma, O. V. Solianyk, V. A. Deineha, M. V. Patsera, I. V. Pashchenko, V. Ya. Pidkova

The variety of causes, conditions and prognosis of sinus tachycardia (ST) had determined the study examining the quality of life, neurohumoral status as well as ST course in 17-year-old adolescents compared to their peers without heart rhythm disorders.

**The aim** was to study neurohumoral status, quality of life and physical performance in adolescents of both sexes, aged 17 years with diagnosed ST during preventive examination using 24-hour ECG monitoring.

**Materials and methods.** In the open prospective study, 165 adolescents (74 boys and 91 girls) with a mean age of  $17.5 \pm 0.5$  years were enrolled. 24-hour ECG monitoring showed increased heart rate  $>90$  bpm in 12 boys and 19 girls considered themselves healthy. All the children were examined according to a program including 24-hour blood pressure monitoring, heart rate variability, serum concentrations of the main hormones, endothelin and copeptin. Health-related quality of life was measured by the SF-36 questionnaire. A physical work capacity test (PWC<sub>170</sub>) on a bicycle ergometer was evaluated in an 8-month physical rehabilitation program.

**Results.** Adolescents of both sexes with ST were hypersympathicotonic with humoral dysregulation of the sinoatrial node, grade I arterial hypertension, elevated blood levels of estradiol and osteocalcin and low renin in females. ST in adolescents was associated with reduced physical performance, the restoration of which was accompanied by ST termination.

**Conclusions.** The examination of the 165 adolescents with the mean age of 17.5 years who considered themselves healthy has revealed 12 (16.6 %) males and 19 (22.9 %) females with ST and mean 24-hour heart rate  $>90$  bpm. The children have been clinically diagnosed with inappropriate ST based on international classification, that were inadequate to healthy state. ST was accompanied by hypersympathicotonic type of sinoatrial node humoral dysregulation, grade I arterial hypertension in boys, abnormal pubertal development in girls with elevated blood levels of total estradiol and osteocalcin and low free renin levels, lowered levels

of quality of life on role functioning of the SF-36 questionnaire. Adolescents with ST had lower performance in the PWC<sub>170</sub> tests. The completion of the 8-week physical rehabilitation program via stationary cycling exercises has resulted in improved physical performance based on the PWC<sub>170</sub> test from baseline levels of  $8.6 \pm 1.9$  kgm/min per kg body weight to  $12.8 \pm 2.1$  kgm/min per kg in girls ( $p = 0.08$ ) and from  $13.2 \pm 1.5$  kgm/min to  $15.9 \pm 1.6$  kgm/min per kg body weight in boys ( $p > 0.1$ ), that was accompanied by ST termination.

Синусова тахікардія (СТ) – доволі поширене явище у практичній діяльності лікарів. У багатьох випадках її можна пояснити захворюванням, що спричиняє збільшення частоти генерації імпульсів синусового вузла щодо скорочень серця. Разом із тим, виявлення тривалої СТ у спокої людини без зрозумілих фізіологічних або патологічних тригерів може становити спектр і норми, і патології. СТ має бути визначена або як синдром певного захворювання (наприклад, шоку, анемії, інфекції з лихоманкою та без неї, постковідного синдрому, гіпертиреозу, тромбоемболії легеневої артерії тощо), або має бути пов'язана з кількома остаточно не з'ясованими нейровегетативними станами (як-от синдром постуральної тахікардії) [1].

Нині СТ частіше визначають за допомогою ЕКГ як частоту серцевих скорочень (ЧСС) більше ніж 100 за 1 хвилину у стані спокою. Умова висновку саме про СТ – наявність незмінених комплексів QRS і постійна наявність звичайних за формою та тривалістю зубців Р у всіх відведеннях ЕКГ. Найточніше СТ можна визначити за допомогою тривалої реєстрації ЕКГ за принципом Холтера. Доведено, що в разі реєстрації ЧСС впродовж доби при СТ середня добова частота пульсу дорівнює або перевищує 90 на хвилину [2].

Якщо тимчасове прискорення ЧСС під час фізичних і психологічних навантажень зрозуміле, то ЧСС понад норму у стані спокою все ж є нетиповим станом для здорової людини. Відсоток дорослих людей із частотою серцевих скорочень понад 90–100 ударів на хвилину, за даними популяційних досліджень, становить від 2,1 % до 4,6 % [2,3]. Таку ЧСС визначають частіше у жінок. Втім, ці дані не остаточно, оскільки до досліджень залучали різних пацієнтів – і з симптомами, і без них.

Під час наших спостережень доволі часто виявляли СТ на ЕКГ, що здійснили з різних причин в міських дитячих лікарнях м. Запоріжжя. За результатами обстежень 1548 підлітків обох статей віком 17 років, частота СТ на час дослідження становила 13,5 % у 2020–2021 та 13,7 % у 2022–2023 році.

У переважній більшості пацієнтів СТ має безсимптомний перебіг. Цей стан умовно визначили як «прийнятну СТ» – симптомокомплекс, з яким лікарю треба «погоджуватись», якщо немає очевидних причин, а отже і показань для лікування [1]. Синдроми, коли СТ супроводжується загальними та кардіоваскулярними симптомами (насамперед відчуттям неприємного серцебиття), трапляються рідше, ніж «доброякісні» стани, коли ознак СТ немає. Як такі «симптоматичні» стани визначають синдром постуральної ортостатичної тахікардії (POTS) і так звану «неприйнятну» (inappropriate) СТ (IST) [3].

Механізми, що призводять до IST, остаточно не встановлено, але визначили кілька основних патофізіологічних станів, що можуть спричинити цей синдром: підвищений автоматизм синусового вузла, бета-адренергічну гіперчутливість, зниження парасимпатичної активності та порушення нейрогуморальної

модуляції. IST може бути спричинена і фізіологічним, і емоційним впливом, а POTS зазвичай індукована ортостатичним стресом [3].

Різноманітність причин, умов і прогнозу СТ обґрунтували доцільність дослідження для оцінювання якості життя, стану фізичної працездатності та нейрогуморального статусу, а також перебігу СТ у підлітків віком 17 років порівняно з однолітками без порушень серцевого ритму.

## Мета роботи

Дослідити особливості нейрогуморального статусу, стану здоров'я та фізичну працездатність у підлітків обох статей віком 17 років, у яких під час профілактичного обстеження за умов добової реєстрації серцевого ритму виявлена синусова тахікардія.

## Матеріали і методи дослідження

У відкритому проспективному дослідженні взяли участь 165 підлітків (74 юнаки і 91 дівчина), середній вік –  $17,5 \pm 0,5$  року. Обстежені хотіли займатися оздоровчим фітнесом у тренінговому центрі за місцем навчання, зокрема відвідувати тренування на велотренажері. Усім підліткам здійснили медичне обстеження як спортсменам-початківцям.

Під час загальноклінічного дослідження суттєвих скарг не виявили. Спеціальне опитування передбачало пошук можливого впливу психологічно несприятливих подій і фізичного перевантаження, а також вживання кави та енергетичних напоїв у день обстеження. Фізичний розвиток дітей задовільний за показниками зросту, обводу голови та талії. Надлишкову масу тіла (індекс маси тіла  $25,0\text{--}29,9$  кг/м<sup>2</sup>) мали 14 дівчат і 4 юнаки, ожиріння аліментарно-конституціонального ґенезу (індекс маси тіла  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup>) діагностували у 9 дівчат і 2 юнаків.

Під час дослідження рівня фізичної працездатності за класичним тестом PWC<sub>170</sub> Валунда–Шестранда встановили, що її середній рівень у юнаків дорівнював  $13,3 \pm 1,8$  кгм/хв на кг маси тіла, у дівчат –  $8,2 \pm 2,4$  кгм/хв на кг маси тіла. Ці невисокі результати обґрунтовані гіподинамією, а також тим, що обстежені не відвідували заняття фізичною культурою. Підліткам запропонували заняття медичним фітнесом шляхом використання частини часу, відведеного на університетський курс фізичного виховання. Ці заняття відвідували більшість підлітків, залучених до дослідження.

Клінічний лабораторний скринінг, що здійснили підліткам, не виявив відхилень лабораторних показників. Середній рівень гемоглобіну становив  $145,8 \pm 2,4$  г/л у юнаків,  $132,2 \pm 2,8$  г/л у дівчат; рівень глюкози крові –  $4,8\text{--}5,4$  ммоль/л; холестерину –  $3,9 \pm 0,3$  ммоль/л; β-ліпопротеїдів –  $32,5 \pm 1,8$  од.; креатиніну –  $102,2 \pm 4,0$  ммоль/л. Ознак порушення функції щитоподібної залози або інших ендокринних залоз підлітки не мали.

Усі обстежені мали достатній рівень інтелектуально-го розвитку й успішно навчалися в університеті.

Із залучених до дослідження юнаків і дівчат сформували групу тих, у кого випадково під час моніторингу за Холтером визначили підвищення ЧСС протягом доби більше ніж 90 на хвилину, а також групу дітей без тахікардії. Надалі їх порівнювали за програмою, що включала добовий моніторинг артеріального тиску (АТ), ЧСС із реєстрацією варіабельності показників за стандартними технологіями, які запрограмовані в електронному пристрої Cardio Tens (Meditech Ltd, Угорщина). Вивчали часові, частотні та хвильові показники кардіоритму.

Загалом за добу кожній дитині у звичайних побутових умовах виконали 56 вимірювань із розподілом на денний і нічний час. З використанням імуноферментних методів вивчили сироваткові концентрації статевих гормонів (тестостерону й естрадіолу), а також окремих біологічно активних речовин так званого кардіологічного пулу (ендотеліну та копептину), антистресорних гормонів (кортикостерону та вільного реніну). Показник, що характеризує обмін  $Ca^{++}$ , – остеокальцин. PIVKA-II (протеїн, що виникає при дефіциті вітаміну К) визначав прихований дефіцит водо- та жиророзчинних вітамінів.

Під час досліджень використали ІФА-набори контролю-вимірювальних тестів: Estradiol Test System Monobind Inc., USA; Testosterone Test System Monobind Inc., USA; Big Endothelin 1 ELISA kit, Biomedica Gruppe, USA; Human Renin (REN) ELISA Kit, CCC, USA; Copeptin Human-EIA Kit, Phoenix Pharmaceuticals Inc. Philippines. Концентрацію PIVKA II визначали за допомогою Kit ELISA 248957 (CUSABIO BIOTECH Co., Ltd., China), остеокальцин – за тестом N-MID® Osteocalcin ELISA (U.K.).

Самооцінювання якості життя (ЯЖ) здійснили за процедурою заповнення анкети SF-36. Оцінювали такі компоненти: загальний стан здоров'я (General Health – GH) і перспективи його поліпшення; фізичне функціонування (Physical Functioning – PF); рольове функціонування, зумовлене фізичним станом (Role-Physical Functioning – RP); рольове функціонування, спричинене емоційним станом (Role-Emotional Functioning – RE); соціальне функціонування (Social Functioning – SF); інтенсивність болю (Bodily pain – BP); життєва активність (Vitality – VT); психічне здоров'я (Mental Health – MH).

Дизайн дослідження передбачав повторне обстеження підлітків через 8 місяців після першого, яке мало на меті встановити загальну динаміку порушень серцевого ритму.

Для статистичного опрацювання даних застосували комп'ютерну програму Statistica 13 (StatSoft Inc., USA, № JРZ8041383130ARCN10-J). Обраховували середнє значення та його середньоквадратичну похибку ( $M \pm m$ ). Статистичні розбіжності після перевірки нормальності розподілу за методикою Шапіро–Вілкі оцінювали за критерієм Стюдента для малих незалежних вибірок з обрахунком вірогідності похибки щодо відхилення від «0»-гіпотези, яка не повинна перевищувати 5 % ( $p \leq 0,05$ ).

## Результати

У результаті дослідження за Холтером середньодобову ЧСС більше ніж 90 на хвилину виявили у 12 (16,6 %)

юнаків (з-поміж 72 обстежених) і 19 (22,9 %) дівчат (із 83, які залучені). Надалі стан цих осіб порівнювали з показниками дітей із нормальним серцевим ритмом. Характеристика варіабельності серцевого ритму (BCP) наведена в *таблиці 1*.

Визначили, що тахікардія синусового ґенезу тривала переважно вдень (з 6 до 22 годин). У нічний час середня ЧСС, асоційована з денною тахікардією, менш помітна, але достовірно перевищувала показники у групах порівняння і юнаків, і дівчат. Максимальна частота серцевих скорочень впродовж доби ( $170,3 \pm 6,7$  уд./хв) зареєстрована в дівчат із СТ. Мінімальні значення пульсу майже однакові в усіх групах спостереження і становили 38–47 за хвилину незалежно від статі.

Часовий аналіз BCP показав: загальна добова варіабельність кардіоритму за показниками SDANN і SDNN нижча у підлітків із СТ. Це відповідає переважанню активності симпатичного контуру регуляції синусового вузла над парасимпатичним. Низький (передусім у юнаків) частотний показник HF свідчить про певний дефіцит контролю блукаючого нерва на серцевий ритм у юнаків із СТ, що на тлі низького показника LF, який відповідає інтенсивності впливу обох (симпатичної та парасимпатичної) ланок вегетативної нервової системи, та дисбалансу співвідношення LF/HF потужностей високочастотної складової до низькочастотної підтверджують гіперсимпатикотонічний варіант роботи синусового вузла у підлітків із СТ. Відповідає це припущення і значному зменшенню показника рNN 50 %, але він залежить не тільки від вегетативного тону, але й від гуморальної регуляції функції саме пейсмейкера серцевого ритму.

Суттєві порушення з боку вегетативної системи, притаманні стану СТ у підлітків, виявлені під час дослідження показників добового моніторингу АТ (*табл. 2*). Визначили, що і в юнаків, і в дівчат із СТ середні денні значення систолічного АТ (САТ) та діастолічного АТ (ДАТ) перевищували показники групи порівняння. Зазначимо, що на тлі СТ у юнаків виявлено підвищення АТ, яке досягало в денний час 95 перцентила та відповідало гіпертензії 1 ступеня. У дівчат із СТ також визначена тенденція до гіпертензії вдень із перевищенням 90 перцентила. Втім, значення САТ і ДАТ у підлітків обох статей у нічний час у жодному випадку не досягали ступеня гіпертензії ані в основній, ані в групі порівняння.

Пубертатний період у дітей дуже часто призводить до дисфункціональних порушень з боку гормональної системи регуляції гомеостазу. Тому надалі дослідили вміст гормонів й окремих біологічно активних сполук у сироватці крові підлітків для пошуку асоціацій їх порушень зі станом СТ. Порівняли рівні статевих гормонів (загального естрадіолу та тестостерону) у юнаків і дівчат, а також кортикостерону, реніну, ендотеліну та копептину як біологічно активних речовин, що відповідають за стан серцево-судинної системи, остеокальцину як універсального адаптогена та PIVKA-II як інтегративного показника забезпеченості організму вітаміном К. Результати дослідження наведено у *таблиці 3*.

Отже, в основному середні параметри, встановлені в обстежених, відповідали межах нормальних значень, що наведені виробниками тестів. Виняток – рівень вільного реніну; його сироваткові концентрації в обстежених

Таблиця 1. Показники ВСР у підлітків залежно від середньої добової ЧСС, М ± m

Показник, одиниці вимірювання	Юнаки, n = 42			Дівчата, n = 66		
	ЧСС <90 уд./хв, n = 30	ЧСС >90 уд./хв, n = 12	p	ЧСС <90 уд./хв, n = 47	ЧСС >90 уд./хв, n = 19	p
ЧСС день, уд./хв	78,4 ± 1,4	95 ± 1,4	<0,05	81,7±0,87	97,4±1,0	<0,05
ЧСС ніч, уд./хв	58,3 ± 1,5	66,5 ± 2,4	<0,05	48,0 ± 1,6	71 ± 1,2	<0,05
ЧСС середня, уд./хв	73,8 ± 1,1	89,7 ± 1,4	<0,01	81,5 ± 4,2	91,6 ± 2,2	<0,05
ЧСС max, уд./хв	161,0 ± 7,7	162,0 ± 2,6	>0,1	149,1 ± 7,6	170,3 ± 6,7	<0,05
ЧСС min, уд./хв	38,0 ± 1,5	47,3 ± 2,9	>0,1	46,4 ± 2,3	44,6 ± 2,3	<0,1
SDANN	274,5 ± 20,2	222,2 ± 28,5	>0,1	195,5 ± 16,8	188,4 ± 15,1	>0,1
SDNN	99,0 ± 6,1	76,5 ± 7,2	0,06	86,4 ± 7,3	62,5 ± 3,3	<0,02
NN загалом	77426,0 ± 69,1	119332,0 ± 298,1	<0,05	102824,0 ± 516,7	107243,0 ± 7703,0	>0,5
PNN 50 %	24,7 ± 2,2	13,3 ± 1,8	<0,05	22,3 ± 2,5	11,2 ± 1,9	<0,01
RR всього	84516,8 ± 6112,4	121921,0 ± 2002,0	<0,01	108065,0 ± 25334,0	121190,0 ± 4350,0	<0,05
RR середня	1626,0 ± 312,9	710,3 ± 11,3	<0,05	810,4 ± 26,0	817,0 ± 108,1	>0,1
ЧМSSD, мс	75,6 ± 11,2	41,8 ± 3,7	>0,1	54,6 ± 4,9	38,0 ± 3,6	<0,02
LF	2197,4 ± 188,4	1182,2 ± 317,7	<0,05	1327,6 ± 97,1	1465,5 ± 87,6	>0,5
HF	1241,9 ± 101,4	488,3 ± 120,8	<0,05	1082,0 ± 265,3	808,4 ± 80,7	>0,5
LF/HF	1,80 ± 0,09	2,30 ± 0,08	<0,05	1,60 ± 0,13	2,10 ± 0,14	>0,1

Таблиця 2. Показники добового моніторингу АТ у підлітків залежно від добової ЧСС, М ± m

Показник, одиниці вимірювання	Юнаки, n = 42			Дівчата, n = 66		
	ЧСС <90 уд./хв, n = 30	ЧСС >90 уд./хв, n = 12	p	ЧСС <90 уд./хв, n = 47	ЧСС >90 уд./хв, n = 19	p
Середній САТ, мм рт. ст., день	131,7 ± 0,7	145,0 ± 5,4	<0,001	128,9 ± 1,0	132,6 ± 2,3	<0,05
Max САТ, мм рт. ст., день	162,8 ± 1,2	171,0 ± 3,9	<0,05	163,4 ± 1,5	161,4 ± 3,2	>0,1
Min САТ, мм рт. ст., день	101,0 ± 0,8	110,6 ± 1,2	<0,001	100,8 ± 0,9	112,1 ± 2,5	<0,01
Середній ДАТ, мм рт. ст., день	72,3 ± 0,6	108,0 ± 5,2	<0,001	70,4 ± 0,6	82,8 ± 1,2	<0,01
Max ДАТ, мм рт. ст., день	97,3 ± 1,2	142,1 ± 4,2	<0,0001	101,2 ± 1,0	108,0 ± 2,2	<0,05
Min АТ, мм рт. ст., день	49,1 ± 0,6	103,4 ± 3,1	<0,01	50,0 ± 0,7	62,0 ± 1,4	<0,05
Середній САТ мм рт. ст., ніч	119,7 ± 0,9	124,6 ± 3,0	>0,1	114,7 ± 2,0	116,8 ± 2,5	>0,1
Max САТ, мм рт. ст., ніч	141,3 ± 1,4	142,1 ± 4,2	>0,1	139,0 ± 1,5	134,3 ± 2,1	>0,1
Min САТ мм рт. ст., ніч	101,2 ± 0,9	103,4 ± 3,1	>0,1	100,2 ± 1,0	102,9 ± 3,3	>0,1
Середній ДАТ, мм рт. ст., ніч	68,9 ± 1,0	62,5 ± 1,0	>0,05	63,1 ± 0,5	67,2 ± 2,9	>0,05
Max ДАТ, мм рт. ст., ніч	79,9 ± 1,0	78,9 ± 2,2	>0,1	81,1 ± 0,6	83,7 ± 1,7	>0,1
Min ДАТ, мм рт. ст., ніч	47,6 ± 0,8	43,4 ± 1,7	>0,1	48,9 ± 1,6	54,3 ± 2,3	>0,05

Таблиця 3. Порівняльна характеристика гормонального статусу підлітків із нормальним добовим серцевим ритмом і СТ

Показник	Референтні значення, за даними виробників ІФА, одиниці вимірювання	Юнаки, n = 72			Дівчата, n = 83		
		ЧСС <90 уд./хв, n = 60	ЧСС >90 уд./хв, n = 12	p	ЧСС <90 уд./хв, n = 64	ЧСС >90 уд./хв, n = 19	p
Естрадіол загальний, чоловіча стать	42–277 нг/мл	88,9 ± 5,6	91,5 ± 8,3	>0,1	–	–	–
Естрадіол загальний, жіноча стать	58–480 нг/мл	–	–	–	185,8 ± 19,4	286,6 ± 52,1	<0,05
Тестостерон, чоловіча стать	275–875 пг/мл	410,0 ± 25,0	480,0 ± 51,57	>0,1	–	–	–
Тестостерон, жіноча стать	23–75 пг/мл	–	–	–	70,0 ± 8,9	50,0 ± 4,2	>0,1
Ендотелін	0–10 нг/мл	5,3 ± 0,7	3,8 ± 1,3	>0,1	5,0 ± 0,6	5,0 ± 1,2	>0,1
Кортикостерон	6,5–31,1 нг/мл	70,7 ± 2,7	78,2 ± 4,4	>0,1	60,0 ± 2,0	61,3 ± 5,3	>0,1
Вільний ренін	7,5–42,3 нг/мл	122,5 ± 15,4	120,1 ± 14,6	>0,1	87,7 ± 4,7	58,5 ± 11,3	<0,01
Колетин	0,12–2,79 нг/мл	3,4 ± 0,3	3,4 ± 0,5	>0,9	2,1 ± 0,2	2,4 ± 0,5	>0,1
PIVKA	0,3–2,0 нг/мл	1,3 ± 0,2	1,27 ± 0,4	>0,1	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,2	>0,1
Остеокальцин	2–22 нг/мл	26,7 ± 1,2	22,4 ± 1,9	>0,1	17,6 ± 0,7	22,9 ± 2,0	<0,05

підлітків перевищували рекомендовані референтні дані, при цьому найнижчі значення зафіксовані в дівчат із СТ. Ця особливість гормонального статусу дівчат у пізньому пубертаті поєднана з вищими рівнями загального естрадіолу, як-от у групі СТ.

Під час дослідження не зафіксовано суттєві скарги підлітків на стан здоров'я та самопочуття. Однак, як показало детальніше спостереження, певні відхилення

від нормального стану все ж були. Особистісну оцінку ЯЖ підлітки надали після анкетування (табл. 4).

Згідно з результатами анкетування за SF-36, статистично значущі відмінності встановили в юнаків щодо їхнього рольового функціонування, пов'язаного із фізичним станом (RP), та інтенсивності болю (BP). Ці показники (табл. 4) нижчі в асоціації зі станом СТ. Водночас ці підлітки характеризували себе як «життєво

Таблиця 4. Особиста оцінка якості життя підлітками за анкетой SF-36

Показники, %	Юнаки, n = 72			Дівчата, n = 83		
	ЧСС <90 уд./хв, n = 60	ЧСС >90 уд./хв, n = 12	p	ЧСС <90 уд./хв, n = 64	ЧСС >90 уд./хв, n = 19	p
Загальний стан здоров'я (GH)	75,3 ± 2,1	79,2 ± 4,2	>0,1	72,4 ± 1,8	76,9 ± 3,0	>0,1
Фізичне функціонування (PF)	97,9 ± 0,4	98,3 ± 0,8	>0,1	93,0 ± 1,2	93,7 ± 1,7	>0,1
Рольове функціонування, зумовлене фізичним станом (RP)	97,1 ± 1,3	83,3 ± 9,2	<0,05	85,0 ± 3,0	81,5 ± 4,9	>0,1
Рольове функціонування, спричинене емоційним станом (RE)	83,4 ± 3,6	83,3 ± 12,4	>0,1	78,0 ± 2,6	62,6 ± 7,8	<0,05
Соціальне функціонування (SF)	89,9 ± 1,7	91,7 ± 3,1	>0,1	88,3 ± 1,8	86,4 ± 4,4	>0,1
Інтенсивність болю (BP)	91,4 ± 1,3	75,8 ± 3,9	<0,01	83,6 ± 2,1	83,7 ± 4,1	>0,1
Життєва активність (VT)	66,0 ± 1,7	75,0 ± 3,9	=0,05	60,7 ± 1,6	61,1 ± 3,8	>0,1
Психічне здоров'я (MH)	72,3 ± 1,5	76,7 ± 2,6	>0,1	67,7 ± 1,5	66,1 ± 3,8	>0,1

активніших» (VT), ніж представники групи порівняння; це має певні риси психічної ажитатії. У дівчат із СТ встановлено достовірно нижчі, ніж у групі порівняння, показники анкети щодо рольового функціонування, зумовлених емоційним станом (RE), на відміну від юнаків.

Важливі дані одержали, проаналізувавши результати тесту PWC<sub>170</sub> під час восьмимісячного спостереження за підлітками в процесі занять у фітнес-центрі. Двічі на тиждень дівчата та юнаки відвідували велотренажерний зал, щоб під керівництвом інструктора виконати 30-хвилинні фізичні вправи. Навантаження регулювали за пульсовою цінністю 130–140 на хвилину, якої досягали на 5–10 хвилині тренування. Встановили, що тренувальний цикл призвів до певного підвищення фізичної працездатності з початкового рівня  $8,6 \pm 1,9$  кгм/хв на кг маси тіла до  $12,8 \pm 2,1$  кгм/хв на кг у дівчат ( $p = 0,08$ ) та з  $13,2 \pm 1,5$  кгм/хв до  $15,9 \pm 1,6$  кгм/хв на кг маси у юнаків ( $p > 0,1$ ). Крім того, за даними добового моніторингу ЧСС, СТ виявлено лише в 1 (1,4 %) юнака (на початку спостереження – 16,6 %).

## Обговорення

Відомо, що синдром СТ є гетерогенним станом. У разі його розвитку слід виключати такі причини, як вплив ліків, фізіологічні та психологічні тригери, зловживання прихованими речовинами, панічні атаки. Вважають, що гіперсимпатикотонічний стан вегетативної нервової системи є однією з головних причин так званої неприйнятної СТ (IST), тобто такої, що спричиняє загальні симптоми [4,5]. Ризик цього синдрому високий насамперед у підлітків із синдромом дефіциту уваги, а також із перед- і гіпертензією [2]. Ці відомості формують нову концепцію дефектних каналозалежних тахіаритмій [6]. Автори вважають, що IST – хронічне захворювання, але питання про те, чи покращується стан пацієнтів із часом і як швидко, не досліджено [3].

Під час наших досліджень підтверджено значення порушень вегетативної регуляції синусового вузла, що призводять до пришвидшення генерації імпульсів щодо скорочень серця внаслідок переважання симпатичної нервової активності над парасимпатичною. Це виявили за низькими показниками загальної варіабельності кардіоритму (SDNN, SDANN) та переважанням активності впливу симпатичних нервів над блукаючим (низькі LF і HF разом із високим показником співвідношення LF/HF) у юнаків, меншою мірою – в дівчат. Не виключаємо також порушення гуморальної регуляції синусового вузла, що підтверджено істотним зниженням показника pNN 50 %;

це відповідає низькій функції автокореляції та створення коротких хвиль серцевого ритму.

Стан вегетативної дисфункції підтверджено розвитком артеріальної гіпертензії на фоні СТ й у хлопців, і в дівчат, котрих обстежили. Хоча впевнено стверджувати, що є первинним, а що вторинним, складно, бо тахікардія сама по собі підвищує серцевий викид і спричиняє підвищення АТ. У будь-якому разі артеріальна гіпертензія робить СТ неприйнятною, тобто такою, що відповідає класифікатору IST.

У дослідженні M. Lindgren et al. [5] встановлено, що IST у підлітків віком 17–18 років асоціюється з майбутнім високим ризиком серцевої недостатності, інфаркту міокарда, ішемічного інсульту, фібриляції передсердь і серцево-судинної смерті незалежно від АТ та індексу маси тіла. Це свідчить про причинно-наслідковий зв'язок між високою ЧСС і дисфункцією міокарда [7]. Ці факти зумовлюють занепокоєність щодо розвитку у підлітків прихованих порушень з боку серцево-судинної системи на рівні гуморальної регуляції гомеостазу.

Нормальні показники копептину й ендотеліну у підлітків виключили ризик міокардальних уражень на час виявлення IST. Втім, у результаті біохімічних досліджень встановили підвищений вміст загального естрадіолу в дівчат із IST, що поєднувався з високим рівнем остеокальцину і низьким рівнем вільного реніну. Ці особливості, можливо, притаманні дівчатам, у яких завершується формування дефінітивного статевого дозрівання.

Причиною IST може бути також синдром постуральної синусової тахікардії (POTS). За даними когортичних досліджень, його поширеність становить 0,2 %, виявляють переважно в жінок (співвідношення до чоловіків – 5,0 : 1,3). Більшість із таких пацієнтів – молоді особи, середній вік – від 15 до 30 років [8]. Усі випадки POTS пов'язані зі зниженням серцевого викиду, об'єму крові, що циркулює, та підвищенням системного судинного опору. У частині випадків POTS є наслідком постуральної гіпервентиляції [9]. Під час нашого дослідження в обстежених не виявили типових ознак постурального дистресу, продовження тахікардії в нічний час у стані спокою та зафіксовано відносно задовільне особистісне оцінювання ЯЖ (за даними анкети SF-36). Це дало підстави виключити постуральну СТ із кола можливих причин і умов виникнення СТ у підлітків, яких залучили до дослідження.

Дослідження, спрямоване на уточнення причин та умов виникнення у підлітків віком 17 років СТ, яка тривала понад добу, показало: низька фізична працездатність, притаманна певній частині сучасних підлітків внаслідок

гіподинамії, може створити підґрунтя, на якому виникає СТ. Це твердження підтверджено тим, що фізично нетреновані (внаслідок гіподинамії) діти з низькими показниками PWC<sub>170</sub> тесту становили більшість у групі з тривалою СТ. Заняття медичним фітнесом сприяли відновленню працездатності та зникненню тахікардії.

## Висновки

1. Під час профілактичного обстеження з використанням кардіомоніторингу за Холтером 165 підлітків (середній вік – 17,5 років), які вважали себе здоровими, виявили 12 (16,6 %) юнаків і 19 (22,9 %) дівчат із підвищенням середньої добової ЧСС понад 90 на хвилину.

2. За даними клінічного дослідження, їхній стан відповідав міжнародному класифікатору IST, тобто неприйнятній для здорового стану людини синусовій тахікардії. IST характеризувалась гіперсимпатикотонічним типом дисрегуляції синусового вузла, у юнаків – артеріальною гіпертензією 1 ступеня, відхиленнями становлення статевого дозрівання; у дівчат – підвищенням сироваткового вмісту загального естрадіолу й остеокальцину, низьким рівнем вільного реніну, зниженням ЯЖ за показниками рольового функціонування (за даними опитування за анкету SF-36).

3. IST в обстежених дітей мала перебіг на фоні зниженої фізичної працездатності (за тестом PWC<sub>170</sub>). Виконання протягом 8 місяців програми фізичної реабілітації, зокрема відвідування занять на велотренажері, сприяло покращенню фізичної працездатності за тестом PWC<sub>170</sub> з початкового рівня  $8,6 \pm 1,9$  кгм/хв на кг маси тіла до  $12,8 \pm 2,1$  кгм/хв на кг у дівчат ( $p = 0,08$ ) та з  $13,2 \pm 1,5$  кгм/хв на кг до  $15,9 \pm 1,6$  кгм/хв на кг маси тіла у юнаків ( $p > 0,1$ ), а також припиненню тахікардії у підлітків з IST.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 02.05.2024

Після доопрацювання / Revised: 24.05.2024

Схвалено до друку / Accepted: 07.06.2024

## Відомості про авторів:

Іванько О. Г., д-р мед. наук, професор каф. пропедевтики дитячих хвороб, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.  
ORCID ID: 0000-0001-7655-5529

Товма А. В., канд. мед. наук, асистент каф. пропедевтики дитячих хвороб, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.  
ORCID ID: 0000-0001-9700-6852

Соляник О. В., канд. мед. наук, асистент каф. пропедевтики дитячих хвороб, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.  
ORCID ID: 0000-0002-2397-3898

Дейнега В. А., асистент каф. пропедевтики дитячих хвороб, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: 0009-0008-6092-0737

Пацера М. В., канд. мед. наук, доцент каф. пропедевтики дитячих хвороб, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0003-2649-1533

Пашенко І. В., канд. мед. наук, доцент каф. пропедевтики дитячих хвороб, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-3056-5438

Підкова В. Я., канд. мед. наук, доцент каф. пропедевтики дитячих хвороб, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0001-6167-7371

## Information about the authors:

Ivanko O. H., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Tovma A. V., MD, PhD, Assistant of the Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Soliyanik O. V., MD, PhD, Assistant of the Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Deineha V. A., MD, Assistant of the Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Patsera M. V., MD, PhD, Associate Professor of the Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Pashchenko I. V., MD, PhD, Associate Professor of the Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Pidkova V. Ya., MD, PhD, Associate Professor of the Department of Propaedeutics of Pediatric Diseases, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

## References

- Zharinov OI, Kuts VO, Nesukai VA, Vershyhora AV, Vieriezhnikova HP, Yepanchintseva OA, et al. Osnovy elektrokardiografii [Electrocardiography basics]. 3<sup>rd</sup> ed. Lviv: Vydavnytstvo MS; 2017. Ukrainian.
- Mayuga KA, Fedorowski A, Ricci F, Gopinathannair R, Dukes JW, Gibbons C, et al. Sinus Tachycardia: a Multidisciplinary Expert Focused Review. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2022;15(9). doi: 10.1161/CIRCEP.121.007960
- Sheldon RS, Grubb BP 2nd, Olshansky B, Shen WK, Calkins H, Brignole M, et al. 2015 heart rhythm society expert consensus statement on the diagnosis and treatment of postural tachycardia syndrome, inappropriate sinus tachycardia, and vasovagal syncope. *Heart Rhythm*. 2015;12(6):e41-63. doi: 10.1016/j.hrthm.2015.03.029
- Baruscotti M, Bianco E, Bucchi A, DiFrancesco D. Current understanding of the pathophysiological mechanisms responsible for inappropriate sinus tachycardia: role of the If "funny" current. *J Interv Card Electrophysiol*. 2016;46(1):19-28. doi: 10.1007/s10840-015-0097-y
- Lindgren M, Robertson J, Adiels M, Schaufelberger M, Åberg M, Torén K, et al. Resting heart rate in late adolescence and long term risk of cardiovascular disease in Swedish men. *Int J Cardiol*. 2018;259:109-15. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.01.110
- Buchhorn R, Meint S, Willaschek C. The Impact of Early Life Stress on Growth and Cardiovascular Risk: A Possible Example for Autonomic Imprinting? *PLoS One*. 2016;11(11):e0166447. doi: 10.1371/journal.pone.0166447
- Oliveira I, Teles H, Seixo F, Ferrão A. Taquicardia Sinusal em Adolescentes: A Importância do Diagnóstico Diferencial [Sinus Tachycardia in the Adolescent: The Importance of Differential Diagnosis]. *Acta Med Port*. 2019;32(7-8):545-8. Portuguese. doi: 10.20344/amp.10719
- Stewart JM, Medow MS, Visintainer P, Sutton R. When Sinus Tachycardia Becomes Too Much: Negative Effects of Excessive Upright Tachycardia on Cardiac Output in Vasovagal Syncope, Postural Tachycardia Syndrome, and Inappropriate Sinus Tachycardia. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2020;13(2):e007744. doi: 10.1161/CIRCEP.119.007744
- Stewart JM, Pianosi P, Shaban MA, Terilli C, Svistunova M, Visintainer P, et al. Postural Hyperventilation as a Cause of Postural Tachycardia Syndrome: Increased Systemic Vascular Resistance and Decreased Cardiac Output When Upright in All Postural Tachycardia Syndrome Variants. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(13):e008854. doi: 10.1161/JAHA.118.008854