

УДК 616.839:616–009.12]-053.6–003.96

## ОСОБЛИВОСТІ СТАНУ АДАПТАЦІЇ У ПІДЛІТКІВ З ВЕГЕТАТИВНОЮ ДИСФУНКЦІЄЮ ТА ПЕРВИННОЮ ЛАБІЛЬНОЮ АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ.

*Г. В. Бекетова, О. В. Солдатова, І. М. Соколенко*

Національна медична академія післядипломної освіти  
імені П. Л. Шупика, м. Київ

В статті наведені власні дані щодо використання аналізу варіабельності серцевого ритму для визначення стану адаптації у підлітків з вегетативною дисфункцією та первинною лабільною артеріальною гіпертензією.

**Вступ.** Аналіз варіабельності серцевого ритму дає можливість оцінити функціональний стан дітей, стежити за його динамікою, виявляти різноманітні патологічні стани, отримувати інформацію про адаптаційний резерв організму.

**Мета.** Визначити функціональну активність різних ланок регуляції серцевого ритму та ступінь напруження адаптаційних процесів у підлітків із вегетативною дисфункцією та первинною лабільною артеріальною гіпертензією.

**Матеріали та методи.** Обстежено 45 дітей обох статей віком від 10 до 16 років, які перебувають під наглядом у кардіолога в дитячій поліклініці № 1 Дитячої клінічної лікарні № 9 м. Києва. Використовували аналіз варіабельності ритму за допомогою монітору артеріального тиску та електрокардіосигналів добовому SDM23 (Україна). Оцінка ВСР проводилася в режимах часового та спектрального аналізу серцевого ритму. Проаналізовані інтегральні критерії — показник активності регуляторних систем (ПАРС) та індекс централізації (ІС).

**Результати.** За результатами дослідження, було встановлено, що у підлітків з вегетативною дисфункцією достатні адаптаційні можливості організму (ПАРС =  $6,36 \pm 0,15$ ), при мінімальному напруженні регуляторних систем, механізми регуляції працюють з компенсатор-

ним навантаженням. Натомість у більшості підлітків з первинною лабільною артеріальною гіпертензією стан адаптації виснажений (ПАРС =  $8,75 \pm 0,48$ ) або відображає перенапруження регуляторних систем (ПАРС =  $6,50 \pm 0,43$ ). При визначенні ІС отримані дані перевищували норму. У підлітків з вегетативною дисфункцією ІС складав  $1,5 \pm 1,3$  ум. од., а у підлітків з первинною лабільною артеріальною гіпертензією ІС =  $1,2 \pm 1,09$  ум. од., що вказує на посилення центральних контурів впливів в управлінні.

**Висновки.** У більшості підлітків з вегетативною дисфункцією (51,35%) та підлітків з первинною лабільною артеріальною гіпертензією (37,5%) виявлено напруження і перенапруження регуляторних систем, для яких характерна недостатність пристосувальних і захисних механізмів. Натомість у половини обстежених хворих з первинною лабільною артеріальною гіпертензією (50,0%) діагностовано стан виснаження та лише у 27,02% хворих з вегетативною дисфункцією були прояви зриву адаптації. На підставі вивчених даних можна сказати, що є необхідність подальшого цілеспрямованого вивчення варіабельності серцевого ритму, з метою визначення прогнозу захворювання та підвищення ефективності лікування хворих з урахуванням виявлених змін.

**Ключові слова:** підлітки, варіабельність серцевого ритму, адаптація, регуляторні системи.

**Вступ.** Процеси адаптації організму є багатокомпонентним комплексом змін практично всіх органів і систем, який забезпечує збереження гомеостазу й життєздатності людини. На рівні організму при напружених або стресових ситуаціях спостерігаються, перш за все, зміни з боку вегетативної нервової, серцево-судинної та дихальної систем, які швидко нормалізуються у здорової людини в стані спокою. Зрив систем адаптації невинно призводить до т.з. “хвороб цивілізації”, до яких відносяться артеріальна гіпертензія, ожиріння, неврози, захворювання органів травлення, що нерідко починаються вже в дитячому віці та підлітковому.

З часів Г. Сел'є, який обґрунтував теорію стресу, активно відбувається вивчення механізмів адаптації, визначення ознак і маркерів синдрому дезадаптації, розробка методів адекватної корекції дезадаптивних станів [7]. Однак і сьогодні далеко не всі питання вирішено, про що свідчить прогресуюче зростання захворюваності дітей у світі.

## ПЕДІАТРІЯ

---

Особливості дитячого організму в різні періоди призводять до підвищеної чутливості до дії різноманітних факторів зовнішнього середовища, тому адекватні, фізіологічно спрямовані адаптаційні процеси, відіграють значну роль у розвитку дітей і підлітків.

Одним з перспективних методів діагностики порушень адаптації є аналіз ВСР, який заснований на дослідженні процесів регулювання фізіологічних функцій, в якому серцево-судинна система розглядається як індикатор адаптаційних реакцій організму [1,2]. Саме дані добового моніторингу варіабельності серцевого ритму (ВСР) дозволяють більш глибоко і всебічно оцінити стан механізмів нейроендокринної регуляції та всієї складної багаторівневої системи керування фізіологічними функціями [11,14].

**Мета.** Визначити функціональну активність різних ланок регуляції серцевого ритму та ступінь напруження адаптаційних процесів у підлітків із вегетативною дисфункцією (ВД) та первинною лабільною артеріальною гіпертензією (ПЛ АГ).

**Матеріали та методи.** Обстежено 45 дітей обох статей віком від 10 до 16 років, які перебувають під наглядом у дитячого кардіолога в дитячій поліклініці № 1 Дитячої клінічної лікарні № 9 м. Києва. Згідно з даними амбулаторної карти: у 37 (82 %) дітей — ВД; у 8 (18 %) — ПЛ АГ. Всім дітям проводилося загальноклінічне обстеження, ЕКГ. Діагноз було виставлено згідно вимог чинних наказів МОЗ України [8, 9]. Для діагностики адаптаційних процесів використовували аналіз ВСР за допомогою монітору артеріального тиску та електрокардіосигналів добовому SDM23 (Україна).

Оцінювалися показники: SDNN — стандартне відхилення повного масиву кардіоінтервалів, що характеризує сумарний ефект вегетативної регуляції кровообігу; RMSSD — квадратний корінь із суми квадратів різниці величин послідовних пар інтервалів RR; HF — середнє значення потужності спектра високочастотного компонента; LF — середнє значення потужності спектра низькочастотного компонента; VLF — середнє значення потужності спектра дуже низькочастотного компонента [1, 2, 3].

Функціональна система регуляції кровообігу має багатоконтурне, ієрархічно організоване підпорядкування, в якому домінуюча роль окремих ланок визначається поточними потребами організму [6,7,10]. Найпростішою є двоконтурна модель регуляції серцевого ритму, яка представлена у вигляді двох взаємопов'язаних рівнів (контурів): цен-

трального і автономного. При цьому, вплив автономного рівня (контуру) ідентифікується з дихальною, а центрального з не дихальною аритмією. На підставі даних спектрального аналізу серцевого ритму розрахували індекс централізації (IC), який відображає кількісну характеристику співвідношень між центральним і автономним контурами регуляції серцевого ритму [5] і розраховується за формулою:

$$IC = (HF + LF) / VLF.$$

Норма IC = 1 ум. од. IC>1ум. од.— вказує на те, що процес регуляції фізіологічних функцій характеризується переважанням автономних (сегментарних) впливів в управлінні, відображаючи оптимальне функціонування системи. IC<1ум. од.— документує процес регуляції фізіологічних функцій з переважанням центральних впливів в управлінні, відображаючи напругу функціонування системи і тенденції до дублювання контролю над процесами.

Оцінка ВСР проводилася в режимах часового та спектрального аналізу серцевого ритму. Згідно з рекомендаціями Європейського кардіологічного товариства, обстеження проводилося протягом 24 годин [12,13].

Для оцінки адаптаційних можливостей був проаналізований інтегральний критерій — показник активності регуляторних систем (ПАРС) [3]. Показник розраховується в балах за алгоритмом, що враховує дані гістограми та спектрального аналізу кардіоінтервалів. Розрахунковий алгоритм ПАРС має 5 критеріїв [4]:

I. Сумарний ефект регуляції за показником частоти серцевих скорочень.

II. Сумарна активність регуляторних механізмів за середнім квадратичним відхиленням — SD (або за сумарною потужністю спектра — TP).

III. Вегетативний баланс за комплексом показників: IH, RMSSD, HF, IC.

IV. Активність вазомоторного центру, що регулює судинний тонус, за потужністю спектра повільних хвиль першого порядку (LF).

V. Активність серцево-судинного підкіркового нервового центра або надсегментарних рівнів регуляції за потужністю спектра повільних хвиль другого порядку (VLF).

Кожний критерій оцінюється в балах від +2 до -2. За сумою балів від 1 до 10 визначили величину ПАРС (Р. М. Баєвський 1979 рік):

-1-2 бали — норма (оптимальний рівень напруження регуляторних систем).

## ПЕДІАТРІЯ

–3–4 бали — помірне функціональне напруження, коли для адаптації до умов навколишнього середовища потрібні додаткові функціональні резерви.

–5–6 балів — виражене функціональне напруження, пов'язане з активною мобілізацією захисних механізмів.

–7–8 балів — стан перенапруження регуляторних механізмів, для якого характерна недостатність пристосувальних і захисних механізмів.

–9–10 балів — стан виснаження регуляторних систем, прояви астенизації, зрив адаптації.

Р. М. Баєвський і А. П. Берсенєва (1997 рік) запропонували виокремити 3 зони функціональних станів організму за значеннями ПАРС для визначення подальшої тактики ведення хворого: 1) зона нормального рівня функціонування (1–3 бали); 2) зона функціонального резерву (4–7 балів); 3) зона зриву адаптації (8–10 балів).

**Результати.** При аналізі показників ВСР встановлено різні ступені напруження адаптаційних систем у підлітків з первинною лабільною АГ[4]. Нормальний рівень функціонування виявлено лише в одного підлітка (12,5%), до зони функціонального резерву належить троє (37,5%), зрив адаптації встановлено у 4 підлітків (50,0%) і відтворено на рис. 1. Натомість у більшості підлітків з ВД (рис. 2) стан адаптації задовільний: у 8 осіб (21,62%) — зона рівня функціонування; у 19 осіб (51,35%) — зона функціонального резерву. До зони зриву адаптації потрапили лише 10 підлітків (27,02%) від загального числа обстеженої групи. Підлітки, які потрапили в зону зриву адаптації, потребують як профілактичних, так і лікувальних заходів для підвищення адаптаційних резервів організму.

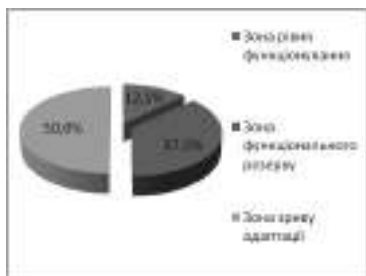


Рис. 1.— Функціональні зони адаптації у підлітків із ПЛ АГ.

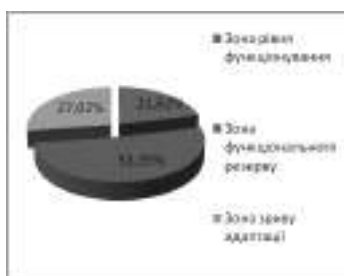


Рис. 2.— Функціональні зони адаптації у підлітків із ВД.

За результатами дослідження, було встановлено, що у підлітків з ВД достатні адаптаційні можливості організму ( $6,36 \pm 0,15$ ), при мінімальному напруженні регуляторних систем, механізми регуляції працюють з компенсаторним навантаженням (таб. 1). Натомість у більшості підлітків з ПЛ АГ стан адаптації виснажений ( $8,75 \pm 0,48$ ) або відображає перенапруження регуляторних систем ( $6,50 \pm 0,43$ ). Такі стани характеризуються різко зниженим функціональним резервом можливостей організму, коли той не здатний підтримувати рівновагу з довкіллям, що характерно для загострення захворювання.

Таблиця 1

**Стан адаптації у підлітків за показниками ПАРС ( $M \pm m$ )**

| Стан адаптації           | Значення ПАРС | Підлітки з ВД (n=37) | Підлітки з ПЛ АГ (n=8) |
|--------------------------|---------------|----------------------|------------------------|
| Норма                    | 1–3           | $1,75 \pm 0,24$      | $2,01 \pm 1,67$        |
| Функціональне напруження | 4–5           | $4,61 \pm 0,07$      | $4,08 \pm 1,33$        |
| Перенапруження           | 6–7           | $6,67 \pm 0,16$      | $6,50 \pm 0,43$        |
| Виснаження               | 8–10          | $7,60 \pm 0,20$      | $8,75 \pm 0,48$        |

*Примітка: різниця вірогідна між підлітками з ВД та ПЛ АГ при  $p < 0,05$ .*

При визначенні ІС отримані дані перевищували норму. У підлітків з ВД ІС складав  $1,5 \pm 1,3$  ум. од., а у підлітків ПЛ АГ ІС =  $1,2 \pm 1,09$  ум. од., що вказує на посилення центральних контурів впливів, тобто ВНС не справляється з функцією управління ритмом серця та, в свою чергу, призводить до перенапруження адаптаційних механізмів і в подальшому можливий зрив адаптації дитини.

Таким чином, на підставі вивчених даних можна сказати, що ВСР є кінцевою ланкою не тільки нервової, але і гуморальної регуляції, тому, вивчаючи закономірності зміни ВСР, можна сказати про стан систем регуляції організму в цілому. При високій депресії вегетативної регуляції будь-яке значуще навантаження виводить систему регуляції в зону напруження, тобто за межі адаптаційних можливостей. Чим вище варіабельність, тим стійкіша система регуляції до впливу зовнішніх навантажень. Усе це диктує необхідність подальшого цілеспрямованого вивчення ВСР, з метою визначення прогнозу захворювання та підвищення ефективності лікування хворих з урахуванням виявлених змін.

**Висновки.**

1. У більшості підлітків з ВД (51,35%) та підлітків з ПЛ АГ (37,5%) виявлено напруження і перенапруження регуляторних систем, для

яких характерна недостатність пристосувальних і захисних механізмів. Натомість у половини обстежених хворих з ПЛ АГ (50,0%) діагностовано стан виснаження та лише у (27,02%) хворих з ВД прояви зриву адаптації.

2. У дітей підліткового віку спостерігається значне напруження адаптаційних систем із високим рівнем центральних контурів регуляції серцевого ритму ( $IC > 1$  в обох робочих групах), який переважає над автономним на фоні захворювань серцево-судинної системи.

3. Виявлені порушення регуляторних якостей у підлітків з ВД і ПЛ АГ, що виявляється даними ВСР, знижує стійкість механізмів регуляції до впливу зовнішніх навантажень, як фізичних, так і психоемоційних. Це потребує розробки комплексних профілактичних та лікувальних заходів для підвищення адаптаційних можливостей організму.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. [и др]. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. // Вестник аритмологии.— 2001.— № 24.— С. 65–87.
2. Баевский Р. М. Вариабельность сердечного ритма: теоритические аспекты и возможности клинического применения. / Баевский Р. М., Иванов Г. Г. // Ультразвуковая и функциональная диагностика.— 2001.— № 3.— С. 108–128.
3. Бань А. С., Парамонова Н. А., Загородный Г. М., Бань Д. С. Анализ взаимосвязи показателей вариабельности ритма сердца. // Военная медицина.— 2010.— № 4.— С. 21–24.
4. Богмат Л. Ф., Ахназарянц Э. Л., Михальчук О. Я. (2009). Вариабельность сердечного ритма у подростков с различными вариантами нарушений ритма и проводимости. // Здоровье ребенка.— Т. 3 — № 18.— С. 51–54.
5. Зв'язки показника активності регуляторних систем Баєвського з параметрами варіабельності серцевого ритму. / Флюнт І. С., Тимочко О. Б., Гривнак Р. Ф., Оліярник О. Я. [та ін.] // Медична гідрологія та реабілітація.— 2011.— № 2.— С. 1–7.
6. Марушко Ю. В. Показники варіабельності серцевого ритму в оцінюванні адаптаційних процесів. / Ю. В. Марушко, Т. В. Гишак // Здоров'я України.— 2015.— № 2.— С. 45–46.
7. Марушко Ю. В. Системні механізми адаптації. Стрес у дітей. / Ю. В. Марушко, Т. В. Гишак.— К., 2014.— С. 158.
8. Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при артеріальній гіпертензії (На виконання наказу Міністерства охорони здоров'я України від 19.09.2011 № 597 «Про затвердження Галузевої програми стандартизації медичної допомоги на період до 2020 року»): наказ МОЗ України від 24.05.2012 р. № 384. Режим доступу: [https://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20120524\\_384.html](https://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20120524_384.html).
9. Наказ МОЗ № 487 від 17. 08. 2007 р. «Надання медичної допомоги хворим на вегето-судинну дистонію». Режим доступу: [https://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20070817\\_487.html](https://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20070817_487.html).
10. Худякова Л. А., Багатенкова А. И., Гончарова Д. М. Исследование вариабельности сердечного ритма с помощью статических и геометрических методов // Вестник НТУУ «КПИ». Серия ПРИБОРОСТРОЕНИЯ.— 2017.— Вип. 53(1).— С. 95–102.

11. Martial M. Massin, Krystel Maeyns, Nadia Withofs, Françoise Ravet [et al]. Circadian rhythm of heart rate and heart rate variability // Arch. Dis. Child.— 2000.— № 83.— P. 179–182.
12. Waldemar Bobkowski, Magdalena E. Stefaniak, Tomasz Krauze, Katarzyna Gendera [et al]. Measures of Heart Rate Variability in 24-h ECGs Depend on Age but Not Gender of Healthy Children. // Front Physiol.— 2017.— № 8.— P. 311.
13. Cysarz D., Linhard M., Edelhäuser F., Längler A. [et al]. Unexpected course of nonlinear cardiac interbeat interval dynamics during childhood and adolescence.— 2011. Режим доступу: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019400>.
14. Galeev A. R., Igisheva L. N., Kazin E. M. Heart rate variability in healthy six- to sixteen-year-old children. // Hum. Physiol.— 2002.— № 28 — P. 428–432.

## **Особенности состояния адаптации у подростков с вегетативной дисфункцией и первичной лабильной артериальной гипертензией**

**Г. В. Бекетова, О. В. Солдатова, И. Н. Соколенко**

**Национальная медицинская академия последиplomного образования имени П. Л. Шупика, г. Киев**

В статье приведены собственные данные по использованию анализа вариабельности сердечного ритма для определения состояния адаптации у подростков с вегетативной дисфункцией и первичной лабильной артериальной гипертензией.

**Введение.** Анализ вариабельности сердечного ритма позволяет оценить функциональное состояние детей, следить за его динамикой, выявлять различные патологические состояния, получать информацию об адаптационном резерве организма.

**Цель.** Определить функциональную активность различных звеньев регуляции сердечного ритма и степень напряжения адаптационных процессов у подростков с вегетативной дисфункцией и первичной лабильной артериальной гипертензией.

**Материалы и методы.** Обследовано 45 детей двух полов в возрасте от 10 до 16 лет, находящихся под наблюдением у кардиолога в детской поликлинике № 1 Детской клинической больницы № 9 г. Киев. Использовали анализ вариабельности ритма с помощью монитора артериального давления и электрокардиосигналов суточного SDM23 (Украина). Оценка BCP проводилась в режимах временного и спектрального анализа сердечного ритма. Проанализированы интегральные критерии — показатель активности регуляторных систем (ПАРС) и индекс централизации (IC).

**Результаты.** По результатам исследования было установлено, что у подростков с вегетативной дисфункцией достаточные адапта-



## ПЕДІАТРІЯ

---

ционные возможности организма (ПАРС =  $6,36 \pm 0,15$ ), при минимальном напряжении регуляторных систем, механизмы регуляции работают с компенсаторной нагрузкой. Зато у большинства подростков с первичной лабильной артериальной гипертензией состояние адаптации истощено (ПАРС =  $8,75 \pm 0,48$ ) или отражает перенапряжение регуляторных систем (ПАРС =  $6,50 \pm 0,43$ ). При определении ИС полученные данные превышали норму. У подростков с вегетативной дисфункцией ИС составлял  $1,5 \pm 1,3$  у.е., а у подростков с первичной лабильной артериальной гипертензией ИС =  $1,2 \pm 1,09$  у.е., что указывает на усиление центральных контуров воздействий в управлении.

**Выводы.** У большинства подростков с вегетативной дисфункцией (51,35%) и подростков с первичной лабильной артериальной гипертензией (37,5%) выявлены напряжения и перенапряжения регуляторных систем, для которых характерна недостаточность приспособительных и защитных механизмов. Зато у половины обследованных больных с первичной лабильной артериальной гипертензией (50,0%) диагностировано состояние истощения и только в (27,02%) больных с вегетативной дисфункцией проявления срыва адаптации. На основании изученных данных можно сказать, что есть необходимость дальнейшего целенаправленного изучения вариабельности сердечного ритма, с целью определения прогноза заболевания и повышение эффективности лечения больных с учетом выявленных изменений.

**Ключевые слова:** подростки, вариабельность сердечного ритма, адаптация, регуляторные системы.

### **Features of adaptation status in adolescents with vegetative/autonomic dysfunction and primary labile arterial hypertension**

*G. V. Beketova, O. V. Soldatova, I. M. Sokolenko*

**Shupyk National Medical Academy  
of Postgraduate Education, Kyiv**

**Introduction.** The paper presents our own data on the use of cardiac rhythm variability analysis to determine the state of adaptation in adolescents with autonomic dysfunction and primary labile arterial hypertension. The analysis of cardiac rhythm variability makes it possible

---

to assess the functional status of children, monitor its dynamics, detect various pathological conditions, and receive information about the adaptive reserve of the organism.

**Aim:** To determine the functional activity of different parts of the regulation of cardiac rhythm and the degree of stress in adaptive processes in adolescents with autonomic dysfunction and primary labile arterial hypertension.

**Materials and methods.** We examined 45 children of both sexes aged from 10 to 16 years old who are under the supervision of a cardiologist at the Children's Outpatient Clinic No. 1 of Kyiv Children's Clinical Hospital No. 9. The analysis of rhythm variability was performed using a blood pressure monitor and daily electrocardiograms using SDM23 (Ukraine). The data of the time and spectral analyses of the heart rate variability (HRV) were taken into account. Such integrated criteria were analyzed as the regulatory systems activity index (RSAI) and the index of centralization (IC).

**Results.** The results of the study show sufficient adaptive capacity of the body in adolescents with autonomic dysfunction ( $\text{RSAI} = 6,36 \pm 0,15$ ), under minimal tension the regulatory mechanisms work with the compensatory loading. In contrast, in most teens with primary labile arterial hypertension, the state of adaptation is depleted ( $\text{RSAI} = 8.75 \pm 0.48$ ) or reflects the strain of regulatory systems ( $\text{RSAI} = 6.50 \pm 0.43$ ). The IC was determined as higher than the norm. In adolescents with autonomic dysfunction the IC was  $1.5 \pm 1.3$  and in adolescents with primary labile arterial hypertension the IC was  $1,2 \pm 1,09$ , which indicates the increase in centrally controlled HRV.

**Conclusions.** In the majority of adolescents with autonomic dysfunction (51.35%) and adolescents with primary labile arterial hypertension (37.5%) there was detected tension and hypertension of regulatory systems characterized by insufficient adaptive and protective functions. In comparison, exhaustion was diagnosed in half of the examined patients with primary labile arterial hypertension (50.0%) and manifestations of adaptation failure were found only in (27.02%) of patients with autonomic dysfunction. According to the obtained data, the mechanisms of heart rate variability need further purposeful studies in order to determine the disease prognosis and increase the effectiveness of the patients' treatment.

**Key words:** adolescents, heart rate variability, adaptation, regulatory systems.

## ПЕДІАТРІЯ

---

### *Відомості про авторів:*

**Бекетова Галина Володимирівна** — доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри дитячих і підліткових захворювань Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9, тел.: (044) 468-40-51

**Солдатова Оксана Володимирівна** — доктор медичних наук, доцент кафедри дитячих і підліткових захворювань Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9.

**Соколенко Інна Миколаївна** — аспірант кафедри дитячих і підліткових захворювань Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9.