

Т.Б. Ігнатова, І.С. Майдан

## Функціональні можливості серцевого ритму залежно від особливостей вегетативного гомеостазу в дітей молодшого шкільного віку

ДУ «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової НАМН України», м. Київ

Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics. 2021.3(87): 30-37; doi 10.15574/PP.2021.87.30

**For citation:** Ihnatova TB, Maidan IS. (2021). Functional capabilities of the heart rate depending on the characteristics of homeostasis among primary-school-age children. Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics. 3(87): 30–37. doi 10.15574/PP.2021.87.30

Серед захворювань серцево-судинної системи, яке часто зустрічається, є порушення ритму серця. Оцінка частоти серцевих скорочень (ЧСС) є одним з обов'язкових методів педіатричного дослідження, її відхилення від вікової норми може свідчити про зміни стану здоров'я дитини та бути одним із перших проявів хвороби. Порушення ритму серця супроводжує різні захворювання, зокрема: вроджені вади серця, кардіоміопатії, ревматичні та інфекційні хвороби, отруєння, вегетативні кризи, ендокринні захворювання, захворювання нервової системи тощо. У дитячій практиці не завжди вдається визначити причину порушення ритму серця, а також класифікувати наявність органічних або функціональних порушень, не провівши морфологічні дослідження. **Мета** — вивчити особливості серцевого ритму та стану вегетативної нервової системи (ВНС) у дітей молодшого шкільного віку з синусовою брадикардією. **Матеріали та методи.** Обстежено 210 дітей молодшого шкільного віку з синусовою брадикардією. Усім дітям проведено: клінічне обстеження, електрокардіографію (ЕКГ) у стані спокою та після фізичного навантаження, добове моніторування ЕКГ і частоти серцевих скорочень (ЧСС), ехокардіографію, кардіоінтервалографію зі спектральним аналізом серцевого ритму.

**Результати.** Оцінка стану серцево-судинної системи в дітей з брадикардією виявила особливості: відсутність скарг — у 80,0% дітей, помірну брадикардію — у 68,0% дітей віком 6–7 років та в 55,0% дітей віком 8–10 років, значну брадикардію — у 32,0% і 45,0% дітей відповідного віку. Після проведення проби з фізичним навантаженням у 71,0% дітей зберігалася брадикардія, що характерно для дітей віком 9–10 років, у 29,0% дітей спостерігалася прискорення ЧСС понад вікової норми. При Холтерівському моніторингу реєструвалися порушення ритму серця: міграція водія синусового ритму, ектопічний ритм, синоатріальна блокада, атріовентрикулярна блокада 2-го ступеня, екстрасистолія передсердна, шлуночкова. Відмічалася різна тривалість синоатріальних пауз: у діапазоні від 1300–1400 мс у більшості дітей (78,0%) до 1700–1800 мс у 1,8% дітей.

Дані спектрального аналізу синусового ритму показали переважання тону парасимпатичної нервової системи у 84,0% дітей, асимпатикотонічну (40,5%) та нормальну (44,9%) вегетативну реактивність.

**Висновки.** Обстеження дітей молодшого шкільного віку виявило синусову брадикардію та брадиаритмію у 80,7% дітей. Брадиаритмія характерна для дітей віком 6–7 років, брадикардія — для дітей віком 9–10 років. Спектральний аналіз ВНС показав дисбаланс регуляції синусового ритму: переважання парасимпатичної ланки незалежно від вихідного стану ВНС та порушення адаптаційно-приспосувальних механізмів. За даними Холтерівського моніторингу, тривалість пауз понад норму для цього віку (>1300 мс) свідчить про дисфункцію синусового вузла та потребує пильнішого спостереження у зв'язку з ризиком розвитку синдрому слабкості синусового вузла та інших загрозливих станів у подальшому.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначеної в роботі установи. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків, дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** діти, брадикардія-брадиаритмія, вегетативний гомеостаз.

### Functional capabilities of the heart rate depending on the characteristics of homeostasis among primary-school-age children

T.B. Ihnatova, I.S. Maidan

SI «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after academician O.M. Lukyanova of the NAMS of Ukraine», Kyiv

One of the most common diseases of the cardiovascular system is cardiac arrhythmias. Assessment of the heart rate is one of the obligatory methods of pediatric examination and its deviation from the age norm may indicate a change in the child's health and be one of the first manifestations of the disease. Heart rhythm disturbances accompany various diseases, namely: congenital heart defects, cardiomyopathies, rheumatic and infectious diseases, intoxication, vegetative crises, endocrine diseases, diseases of the nervous system and others. Most often, in children's practice, it is not always possible to establish the cause of heart rhythm disturbances, as well as to classify the presence of organic or functional disorders without conducting morphological studies.

**Purpose** — to study the features of heart rhythm and the state of the autonomic nervous system (ANS) among the children of primary school age with sinus bradycardia.

**Materials and methods.** Children of primary school age with sinus bradycardia were examined (210 children). All children underwent: clinical examination, ECG at rest and after exercise, daily monitoring of ECG and heart rate, echocardiography, cardiointervalography with spectral analysis of heart rate.

**Results.** Assessment of the cardiovascular system among children with bradycardia revealed the following features: 80.0% of children had no complaints, 68.0% of children at the age of 6–7 years and 55.0% of children at the age of 8–10 years had moderate bradycardia, 32.0% of children at the age of 6–7 years and 45.0% of children at the age of 8–10 years had significant bradycardia. After the exercise test, 71.0% of children still had bradycardia, which is typical for children at the age of 9–10 years and 29.0% of children had an acceleration of heart rate above the age norm. Holter monitoring revealed the following cardiac arrhythmias: sinus rhythm driver migration, ectopic rhythm, sinoatrial block, 2 grade atrioventricular block, atrial extrasystole and ventricular extrasystole. Different duration of sinoatrial pauses was detected: in the range from 1300–1400 ms among the most children (78.0%) to 1700–1800 ms among 1.8% of children. Data from spectral analysis of sinus rhythm showed the predominance of parasympathetic nervous system tone among the 84.0% of children, asympathicotonic (40.5%) and normal (44.9%) autonomic reactivity.

**Conclusions.** Examination of the children of the primary school age revealed sinus bradycardia and bradyarrhythmia among the 80.7% of children. Bradyarrhythmia is typical for children at the age of 6–7 years, bradycardia — for children at the age of 9–10 years. Spectral analysis of the ANS showed an imbalance in the regulation of sinus rhythm: the predominance of the parasympathetic link, regardless of the initial state of the ANS and the violation of adaptive mechanisms. According to Holter monitoring, the duration of pauses is longer than normal for the given age (more than 1300 ms) indicates sinus node dysfunction and requires closer monitoring due to the risk of developing sinus node weakness syndrome and other threatening conditions in later life.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki declaration. The study protocol was approved by the Local ethics committee of all participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interest was declared by the authors.

**Key words:** children, bradycardia, bradyarrhythmia, vegetative homeostasis.

## Функциональные возможности сердечного ритма в зависимости от особенностей гомеостаза у детей младшего школьного возраста

Т.Б. Игнатова, И.С. Майдан

ГУ «Институт педиатрии, акушерства и гинекологии имени академика Е.М. Лукьяновой НАМН Украины», г. Киев

Среди часто встречаемых заболеваний сердечно-сосудистой системы — нарушения ритма сердца. Оценка частоты сердечных сокращений (ЧСС) является одним из обязательных методов педиатрического обследования, ее отклонение от возрастной нормы может свидетельствовать об изменении состояния здоровья ребенка и быть одним из первых проявлений болезни. Нарушения ритма сердца сопровождается разными заболеваниями, а именно: врожденные пороки сердца, кардиомиопатии, ревматические и инфекционные болезни, отравления, вегетативные кризы, эндокринные заболевания, заболевания нервной системы и другие. В детской практике не всегда удается установить причину нарушения ритма сердца, а также классифицировать наличие органических или функциональных нарушений, не проводя морфологических исследований.

**Цель** — изучить особенности сердечного ритма и состояния вегетативной нервной систем (ВНС) у детей младшего школьного возраста с синусовой брадикардией.

**Материалы и методы.** Обследованы 210 детей младшего школьного возраста с синусовой брадикардией. Всем детям проведены: клиническое обследование, электрокардиография (ЭКГ) в состоянии покоя и после физической нагрузки, суточное мониторирование ЭКГ и ЧСС, эхокардиография, кардиоинтервалография со спектральным анализом сердечного ритма.

**Результаты.** Оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей с брадикардией выявила особенности: отсутствие жалоб у 80,0% детей, умеренную брадикардию — у 68,0% детей в возрасте 6–7 лет и у 55,0% детей в возрасте 8–10 лет, значительную брадикардию — у 32,0% и 45,0% детей соответствующего возраста. После проведения пробы с физической нагрузкой у 71,0% детей сохранялась брадикардия, что характерно для детей в возрасте 9–10 лет, у 29,0% детей наблюдалось повышение ЧСС выше возрастной нормы. При Холтеровском мониторировании регистрировались нарушения ритма сердца: миграция водителя синусового ритма, эктопический ритм, синоатриальная блокада, атриовентрикулярная блокада 2-й степени, экстрасистолия предсердная, желудочковая. Выявлена разная длительность синоатриальных пауз: в диапазоне от 1300–1400 мс у большинства (78,0%) детей до 1700–1800 мс у 1,8% детей.

Данные спектрального анализа синусового ритма показали преобладание тонуса парасимпатической нервной системы у 84,0% детей, асимпатикотоническую (40,5%) и нормальную (44,9%) вегетативную реактивность.

**Выводы.** Обследование детей младшего школьного возраста выявило синусовую брадикардию и брадиаритмию у 80,7% детей. Брадиаритмия характерна для детей в возрасте 6–7 лет, брадикардия — для детей в возрасте 9–10 лет. Спектральный анализ ВНС показал дисбаланс регуляции синусового ритма: преобладание парасимпатического отдела независимо от исходного состояния ВНС и нарушения адаптационно-приспособительных механизмов. По данным Холтеровского мониторирования, длительность пауз больше нормы для данного возраста (>1300 мс) свидетельствует о дисфункции синусового узла и требует более пристального наблюдения в связи с риском развития синдрома слабости синусового узла и других угрожаемых состояний в дальнейшей жизни.

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом участвующего в работе учреждения. На проведение исследований получено информированное согласие родителей, детей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Ключевые слова:** дети, брадикардия-брадиаритмия, вегетативный гомеостаз.

Проведений аналіз за останні 40 років виявив неухильну негативну тенденцію у стані здоров'я школярів молодшого шкільного віку, у тому числі зростання кількості хвороб серцево-судинної системи, поширеність яких збільшилася з  $2,6 \pm 0,28\%$  до  $14,2 \pm 1,0\%$  [11,12]. Серед хвороб серцево-судинної системи, які часто зустрічаються, є порушення ритму серця. На жаль, точних статистичних даних про поширеність порушення ритму серця серед дітей та підлітків не існує у зв'язку з труднощами реєстрації таких порушень [1,15]. За даними іноземних джерел, 6,0% госпіталізацій дитячого населення до відділення інтенсивної терапії пов'язані з аритміями, загальний рівень поширеності яких становить близько 55 на 100 000 педіатричних невідкладних станів [4]. У педіатричній практиці загрозливі для життя аритмії становлять близько 1,5% усієї серцево-судинної патології і 5,8% усіх порушень серцевого ритму. Різні ознаки дисфункції синусового вузла на стандартній електрокардіографії (ЕКГ) виявляються у 2,0% дітей, які не мають скарг, причому синусова брадикардия реєструється у 2,9% здорових школярів [9]. За даними Холтерівського моніторингу ЕКГ у дітей першого року життя, у 19,0% відмічаються вискальзуючі та замісні ідіовентрикулярні

ритми, у 7,0% — епізоди зупинки синусового вузла, у 11,0% — синоатриальна блокада, а серед здорових дітей старшого віку ознаки дисфункції синусового вузла виявляються у 2,7% дітей [2]. За результатами дослідження Л.М. Макарова [11], передсердно-шлуночкова блокада 1-го ступеня при добовому моніторингу ЕКГ за Холтером реєструється у 8,6% дітей, надшлуночкова екстрасистолия — у 10,0–40,0% здорових дітей віком 3–15 років, частота виявлення шлуночкової екстрасистолії становить від 18,0% у новонароджених до 27,0–57,0% випадків у підлітків віком 13–15 років.

Оцінка частоти серцевих скорочень (ЧСС) є одним із обов'язкових методів педіатричного дослідження, її відхилення від вікової норми може свідчити про зміни стану здоров'я дитини та бути одним із перших проявів хвороби. Порушення ритму серця супроводжує різні захворювання, зокрема, вроджені вади серця, кардіоміопатії, ревматичні та інфекційні хвороби, отруєння, вегетативні кризи, ендокринні захворювання, захворювання нервової системи тощо. Електрофізіологічна класифікація порушення ритму серця включає в себе номотопні та гетеротопні аритмії. Синусова тахікардія і брадикардия — єдині представники номотопних порушень. Існує думка, що ці аритмії мають

Таблиця 1

Критерії брадикардії в дітей віком 0–18 років  
за даними стандартної ЕКГ [11]

Вік	Виражена брадикардія	Помірна брадикардія	Норма
0–3 доби	<110	111–119	120–140
4–7 діб	<110	111–129	130–150
8–30 діб	<114	115–139	140–160
1–3 місяці	<119	120–144	145–170
4–6 місяці	<110	111–119	120–140
7–12 місяців	<100	101–119	120–140
1–2 роки	<85	86–109	110–140
3–4 роки	<75	76–89	90–110
5–7 років	<70	71–79	80–105
8–11 років	<65	66–74	75–95
12–15 років	<50	51–69	70–90
16–18 років	<50	51–64	65–80

сприятливий перебіг, але, наприклад, довготривала синусова тахікардія може привести до погіршення самопочуття та розвитку різних ускладнень, тому потребує медикаментозної корекції. За даними досліджень ряду авторів [1,2,7,9], брадикардія без органічної патології зустрічається у 47,0% дітей, причому відомо про брадикардію спортсменів, сімейні варіанти, які протягом тривалого часу перебігають безсимптомно. Водночас синусова брадикардія може бути першим проявом різних, у тому числі непоправних уражень провідної системи серця [5,10,13]. Обстеження певної групи здорових дітей у деяких регіонах світу виявило тенденцію до зниження ЧСС у кожній віковій групі, що змінило центильні діаграми розподілу [11,14].

У більшості випадків брадикардія є випадковою знахідкою та часто недооцінюється лікарями. Але наявність брадикардій може свідчити про формування або прогресування таких патологій, як порушення функції синусового вузла, ваготонічна дисфункція, синдром слабкості синусового вузла, атріо-вентрикулярна блокада. Брадикардія може бути однією з причин синкопальних станів і раптової серцевої смерті [3,5,6,8]. У дитячій практиці не завжди вдається виявити причину порушення ритму серця, а також класифікувати наявність органічних або функціональних порушень, не провівши морфологічні дослідження.

**Мета** дослідження — вивчити особливості серцевого ритму та стану вегетативної нервової системи (ВНС) у дітей молодшого шкільного віку з синусовою брадикардією.

## Матеріали та методи дослідження

Під спостереженням перебувало 368 дітей молодшого шкільного віку, яким проведено комплексне обстеження у відділенні медичних проблем здорової дитини та преморбідних станів ДУ «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової НАМН України» (м. Київ) для виключення гострих і хронічних захворювань. Окрім того, кожному пацієнтові проведено реєстрацію стандартної ЕКГ. На основі даних ЕКГ відібрано групу дітей з синусовою брадикардією та брадиаритмією (210 дітей). Групу порівняння становили діти без відхилень з ЧСС, яка відповідала віковій нормі.

### Дизайн обстеження:

1. Вивчення анамнезу та особливостей клінічних проявів брадикардії в дітей.

2. Проведення інструментальних методів дослідження стану серцево-судинної і провідної системи серця (ЕКГ у спокої і запис ЕКГ після фізичного навантаження, добове моніторування ЕКГ та ЧСС, ехокардіографія (ЕхоКГ), оцінка стану ВНС).

Електрофізіологічними критеріями синусової брадикардії є правильний синусовий ритм, при якому ЧСС знижується не менше ніж на 15% від вікової норми (табл. 1). Також на основі стандартної ЕКГ визначено регулярність серцевої діяльності, коливання ЧСС, наявність блокад. Для оцінки реакції на фізичне навантаження дітям проведено пробу з навантаженням (20–30 присідань залежно від віку). Під час виконання проби враховано толерантність до фізичного навантаження та адекватність приросту ЧСС. У нормі після фізичного навантаження ЧСС збільшується на 20–40% від вихідного значення [11].

Для оцінки ритму серця вдень, вночі та за добу всім обстеженим дітям виконано добове моніторування ЕКГ та ЧСС за загальноприйнятими стандартами на апараті «ECG pro» (компанія «Імекс», Україна), яке дає змогу виявити саму аритмію, оцінити її характер та стан базисного ритму протягом доби, виявити супутні порушення, оцінити добову варіабельність ритму та вплив на неї вегетативної складової.

Велике значення має визначення середньодобової, середньоденної та середньонічної ЧСС із визначенням циркадного індексу ( $CI = \text{ЧСС удень} / \text{ЧСС уночі}$ ). Циркадний індекс є достатньо стійким показником організації циркадного ритму серця, середнє значення якого становить  $1,33 \pm 0,05$ .

Для виключення будь-якої вродженої та набутої патології серцево-судинної системи дітям проведено ЕхоКГ на апараті «Siemens Acuson X 300» (Республіка Корея).

Відомо, що частота синусового ритму залежить від балансу взаємодії власного автоматизму та певної кількості зовнішніх факторів: гуморального, впливу вегетативної іннервації і кровопостачання синусового вузла. Враховуючи, що в більшості випадків порушення ритму серця пов'язане зі змінами саме вегетативної регуляції серця, дітям проведено оцінку діяльності ВНС за допомогою експрес-аналізу варіабельності ритму серця «Кардіо-Спектр» (АОЗТ «Солвейг», Україна). Аналіз кардіограм виконано шляхом обчислення статичних і спектральних показників, рекомендованих в якості Міжнародних стандартів Робочою групою Європейського товариства кардіології та Північноамериканського товариства кардіостимуляції та електрофізіології (1996). Кількісну оцінку варіабельності серцевого ритму проведено методом спектрального аналізу, який здійснювався шляхом кардіоінтервалографії.

Крім того, дітям проведено клінортостатичну пробу. Запис кардіоінтервалограм під час клінортостатичної проби (початкових та одразу після переходу у вертикальне положення) з розрахунком індексу напруги (ІН) Баєвського Р.М. дав змогу оцінити вегетативну реактивність.

Дослідження проведено відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження схвалено Локальним етичним комітетом для всіх, хто брав участь. На проведення дослідження отримано інформовану згоду батьків, дітей.

Для аналітико-математичного опрацювання використано програмне забезпечення «Microsoft Excel» (Microsoft Office 2013 Professional Plus, ліцензійна угода EULAIID:O15\_RTM\_VL1\_RTM\_RU) та «STATISTICA 13.0» (StatSoft Inc., серійний № ZZS9990000099100363DEMO-L).

### Результати дослідження та їх обговорення

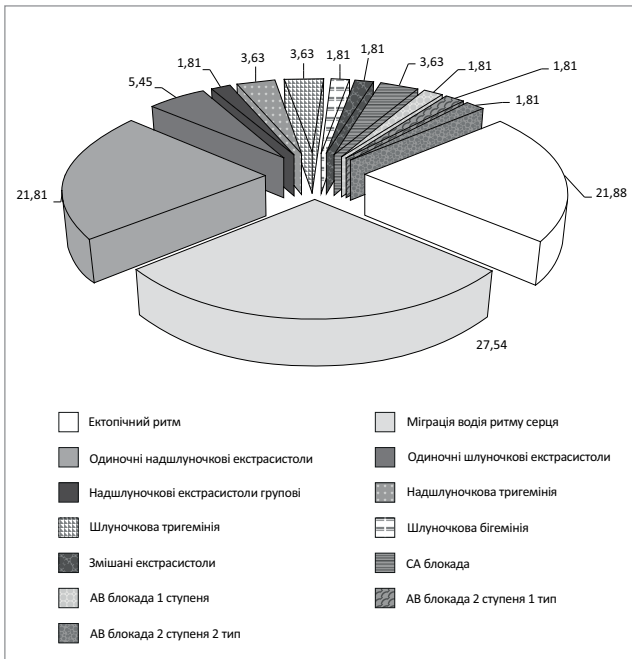
За результатами оцінювання клінічного стану і вивчення анамнезу дітей з брадикардією виявлено, що на момент огляду більшість (80,8%) не мала будь-яких скарг, прояви порушення ритму серця виявлені випадково під час профілактичного огляду у школі, спортивних секціях, перед хірургічним втручанням, після різних захворювань. У 16,5% дітей в анамнезі відмічалися часті гострі респіраторні захворю-

вання, пневмонії, гострі тонзиліти, скарлатина. Також з аналізу анамнезу виявлено, що у 33,1% дітей брадиаритмія спостерігалася ще в ранньому дитинстві, починаючи з 2–3-річного віку, частіше після перенесених гострих вірусних інфекцій. Аналіз анамнезу життя показав наявність у матерів під час вагітності шкідливих звичок (12,5%), професійних шкідливостей (10,9%), проявів вегето-судинної дистонії (76,0%), наявності серцево-судинних захворювань (15,5%), віку матері від 35 років під час вагітності (25,4%), перинатальної гіпоксії (28,6%), недоношеності (26,2%), різних ускладнень вагітності (25,4%). Серед обстежених дітей з брадикардією у 19,2% відмічалася соматоформна вегетативна дисфункція. Ці діти, крім виявленої синусової брадикардії, також мали клінічні симптоми у вигляді скарг на слабкість, зниження працездатності, кардіалгії, частіше під час фізичних навантажень, короткочасні синкопальні стани, порушення серцебиття, головний біль.

За даними ЕКГ у стані спокою, у 68,0% дітей віком 6–7 років реєструвалася помірна брадикардія (середня ЧСС = 71 уд./хв), у 32,0% — значна брадикардія (середня ЧСС = 66 уд./хв). У дітей віком 8–10 років також у більшості (55,0%) випадків реєструвалася помірна брадикардія (середня ЧСС = 68 уд./хв), у 45% дітей — значна брадикардія (середня ЧСС = 62 уд./хв). При цьому слід зазначити, що брадиаритмія більш характерна для дітей віком 6–7 років, у старшому віці відмічається більш стабільна брадикардія.

За результатами проведення проби з фізичним навантаженням, більшість (71,0%) дітей мали негативну реакцію у вигляді відсутності реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження та збереження повільного ритму серця, що свідчить про хронотропну некомпетентність (нездатність адекватно збільшити ЧСС у відповідь на навантаження), яка більш характерна для дітей віком 9–10 років. У 29,0% дітей спостерігалася підвищена реакція на фізичне навантаження (ЧСС підвищилася на більше ніж 40,0% від вихідного рівня) у вигляді прискорення ЧСС понад вікової норми, тобто в більшості дітей відмічалася порушення вегетативного забезпечення. Під час проведення проби з фізичним навантаженням у більшості дітей не було скарг, тільки 2,0% дітей скаржилися на слабкість, біль у серці, відчуття серцебиття. У двох дітей на ЕКГ після присідання реєструвалася передсердна нечаста

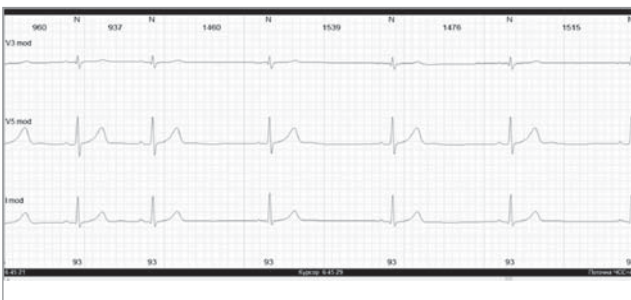




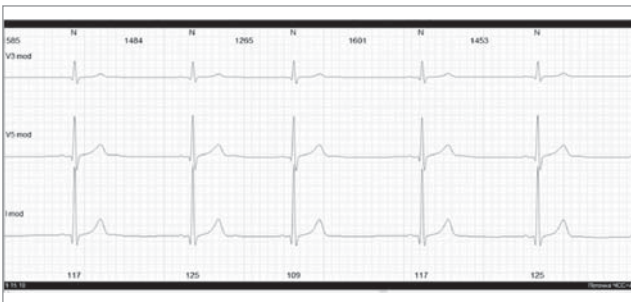
**Рис. 1.** Порушення ритму серця в обстежених дітей, пов'язані з проявами брадикардії (%)



**Рис. 2.** Фрагмент Холтерівського моніторингу ЕКГ дитини віком 10 років. Мінімальна ЧСС становить 45 уд./хв уночі



**Рис. 3.** Фрагмент Холтерівського моніторингу ЕКГ дитини віком 8 років. Мінімальна ЧСС становить 38–41 уд./хв уранці



**Рис. 4.** Фрагмент Холтерівського моніторингу ЕКГ дитини віком 9 років, ЧСС = 41–37 уд./хв уранці

екстрасистолія без клінічних проявів, яких не було на ЕКГ у стані спокою.

Під час ЕхоКГ у жодної дитини не виявлено вроджених і набутих патологій серця. При цьому спостерігалися малі аномалії серця у вигляді пролапсу мітрального клапана (ПМК) 1-го ступеня (17,6%), ПМК 2-го ступеня (1,8% дітей), аберантні хорди в порожнині лівого шлуночка (93,0%), двостулковий аортальний клапан (1,8%), подовження хордальних нитей передньої стулки мітрального клапана (12,4% дітей). Майже всі виявлені особливості — без гемодинамічних порушень. Діти з ПМК 2-го ступеня мали мітральну недостатність 1-го ступеня.

Важливим методом для встановлення характеру брадикардії та брадіаритмії є добуве моніторування ЕКГ. Передусім дослідження проведено для виключення синдрому слабкості синусового вузла, що вважається загрозливим станом. Цю патологію на час обстеження не виявлено в жодної дитини. При цьому, за даними добугового моніторування ЕКГ, виявлено порушення функції провідності та збудливості синусового вузла, пов'язані з брадикардією та брадіаритмією (рис. 1).

Під час оцінювання порушення ритму виявлено, що синусова брадикардія частіше відмічалась уночі, що свідчить про вагозалежний тип порушення синусового ритму. Своєю чергою, у 75,0% дітей спостерігалася брадіаритмія вдень і нормалізація ритму серця під час фізичного навантаження. Брадіаритмія за рахунок міграції водія синусового ритму відмічалась у 27,54% дітей, ектопічний ритм з уповільненим ритмом серця — у 21,88% дітей. Порушення провідності ритму серця у вигляді синоатріальної блокади (СА) виявлялися у 3,63% дітей, атріовентрикулярної блокади (АВ) 2-го ступеня 1-го типу — у 1,8% дітей, атріовентрикулярної блокади 2-го ступеня 2-го типу — у 1,8% дітей. Брадіаритмія за рахунок передсердної екстрасистолії відмічалась у 21,8% дітей, шлуночкова екстрасистолія — у 5,45% дітей.

Також у дітей з брадикардією-брадіаритмією спостерігалось зниження циркадного індексу, середні показники якого становили  $1,15 \pm 0,02$  порівняно з віковою нормою (1,24–1,44), що засвідчило ригідний циркадний профіль ЧСС та вплив парасимпатичної нервової системи на синусовий вузол.

Важливим показником серцевої діяльності та наявності загрозливого стану в майбутньому

є паузи серцевого ритму, тривалість яких залежить від віку. Максимально нормальні показники тривалості пауз у різні вікові періоди дітей: до 1 року — не більше 1100 мс; 1–3 роки — не більше 1200 мс; 3–10 років — не більше 1300 мс; 10–16 років — не більше 1500 мс [11].

Частота реєстрації пауз у здорових дітей не є проявом дисфункції синусового вузла, проте в механізмі їх виникнення відіграє роль затримка синоатріального проведення. Ці паузи частіше реєструються вночі. Виникнення коротких пауз ритму, які не виходять за межі норми, можна вважати одним із кількісних маркерів синусової аритмії і парасимпатичного впливу. Викликають занепокоєння саме тривалі паузи, які є вищими за норму і виникають не тільки вночі, але й уранці та вдень. Так, у більшості (78,0%) дітей з брадикардією і брадиаритмією відмічалася тривалість СА пауз у діапазоні 1300–1400 мс (ЧСС = 46–42 уд./хв), (рис. 2).

Тривалість синоатріальних пауз у діапазоні 1400–1500 мс відмічалась у 12,7% дітей (ЧСС = 40–42 уд./хв), (рис. 3).

Тривалість паузи 1500–1600 мс реєструвалась у 3,2% дітей (ЧСС = 37–40 уд./хв), 1600–1700 мс — у 2,5% дітей (ЧСС = 35–37 уд./хв), більше 1700–1800 мс — у 1,8% дітей (ЧСС = 35 уд./хв), (рис. 4, 5).

Багаторівневі взаємозв'язків між симпатичною та парасимпатичною відділами ВНС сприяють адекватному контролю діяльності серцево-судинної системи. Порушення цих взаємозв'язків приводить до їх дисбалансу, який є одним із патогенетичних механізмів розвитку та прогресування більшості серцево-судинних захворювань. Синусова брадикардія внаслідок депресії автоматизму синусового вузла в дітей без органічної патології може спричинятися змінами вегетатив-



Рис. 5. Фрагмент Холтерівського моніторування ЕКГ дитини віком 6 років з атріовентрикулярною блокадою 2-го ступеня 1-го типу з мінімальною ЧСС 32 уд./хв

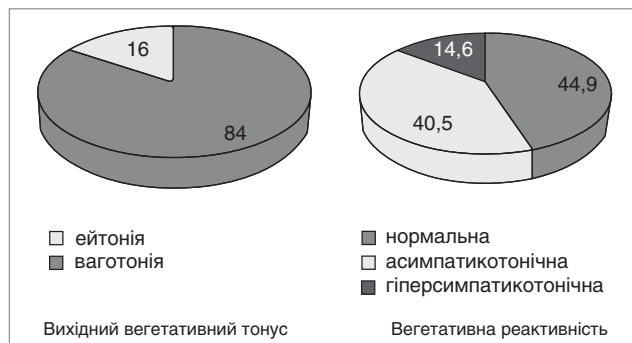


Рис. 6. Стан вегетативного гомеостазу в дітей молодшого шкільного віку з проявами брадикардії (%)

ної регуляції ритму серця. За даними кардіоінтервалографії, у 84,0% дітей відмічалось переважання тону парасимпатичної нервової системи, ейтонія реєструвалась у 15,9% дітей, симпатикотонія не виявлена в жодній дитині (рис. 6).

Під час проведення кліноортостатичної проби виявлено такі особливості: приблизно однакова кількість дітей мали асимпатикотонічну (40,5%) і нормальну (44,9%) вегетативну реактивність, а гіперсимпатикотонічну вегетативну реактивність — 14,6% дітей (рис. 6).

Тобто ВНС забезпечує гемодинамічні реакції на ортостаз, спрямовані на підтримку необхідного серцевого дебіту (прискорення ЧСС і підвищення судинного тону). На тлі

Таблиця 2

Показники варіабельності серцевого ритму в дітей молодшого шкільного віку з вихідною ваготонією

Показник	Значення	
	діти з брадикардією	діти з ЧСС відповідно до віку
pNN50, мс	62,88±6,68	63,30±3,20
Індекс Баєвського, лежачи	(22,69±6,76)*	45,00±4,00
Індекс Баєвського, стоячи	60,26±15,79	63,32±14,82
ΔX, мс	(785,55±238,36)*	371,00±40,00
Мода, мс	698,93±139,66	681,00±40,00
АМо, %	17,83±6,05	22,00±1,00
TP, мс²	(34463,41±13125,27)*	6470,00±1553,00
VLF, мс²	(7866,34±2515,63)*	1161,50±247,50
LF, мс²	(9099,98±3381,09)*	2265,50±109,50
HF, мс²	(17497,09±8422,04)*	3042,50±691,50
LF/HF	0,63±0,03	1,05±0,55

Примітка: \* — різниця достовірна порівняно з групою дітей з ЧСС відповідно до віку.

Таблиця 3

## Показники варіабельності серцевого ритму в дітей молодшого шкільного віку з вихідною ейтонією

Показник	Значення	
	діти з брадикардією	діти з ЧСС відповідно до віку
pNN50, мс	25,73±8,96	89,30±16,52
Індекс Баєвського лежачи	(105,45±21,93)*	73,33±7,13
Індекс Баєвського стоячи	175,66±85,49	105,3±32,61
ΔX, мс	(249,91±24,3)*	333,67±64,16
Мода, мс	699,18±51,52	601,00±69,28
АМо, %	(36,27±4,80)*	26,67±2,91
TP, мс <sup>2</sup>	(2050,64±413,9)*	6355,67±830,11
VLF, мс <sup>2</sup>	(461,82±171,84)*	1059,33±132,29
LF, мс <sup>2</sup>	(631,55±196,27)*	2351,00±509,26
HF, мс <sup>2</sup>	(957,45±243,72)*	2945,67±789,14
LF/HF	0,69±0,284	0,75±0,04

Примітка: \* — різниця достовірна порівняно з групою дітей з ЧСС відповідно до віку.

порушень вегетативних механізмів ортостатичної регуляції можливий розвиток ортостатичної непереносимості: в обстежених дітей спостерігаються виражені асимпатикотонічні реакції на ортопробу, при яких посилюється вплив парасимпатичної ланки ВНС, а це свідчить про виснаження компенсаторних механізмів.

Варіабельність серцевого ритму (BCP) є відображенням нейрогуморальної регуляції роботи серця і характеризує баланс між тонусом симпатичної та парасимпатичної ланки ВНС. Визначення BCP визнане найінформативнішим неінвазивним методом кількісної оцінки вегетативної регуляції серцевого ритму. Ці показники кардіоінтервалографії в обстежених дітей з вихідною ваготонією свідчать про зниження середнього показника парасимпатичної нервової системи (варіаційного розмаху (ΔX)) при переважанні гуморального шляху регуляції системи (незмінне значення показника моди (Мо) та амплітуди моди (АМо)), (табл. 2).

За результатами аналізу спектральних показників у групі дітей з вихідною ваготонією відмічалось достовірне підвищення потужності всіх показників: загальної щільності (TP), високої частоти (HF), низької частоти (LF) та дуже низької частоти (VLF). Також підвищилось значення варіаційного розмаху (ΔX). Це підтверджує активність парасимпатичної ланки ВНС. Достовірне зниження індексу напруги порівняно з аналогічною групою дітей з нормальною ЧСС свідчить про напруження компенсаторних механізмів.

У групі дітей з вихідною ейтонією відмічається достовірне зниження показника ΔX та підвищення значення АМо при достовірно незмінному значенні Мо, що свідчить про дисбаланс регуляції ВНС з переважанням активності

симпатичної ланки. Достовірне підвищення значення індексу напруги свідчить про напруження адаптаційних механізмів. Під час аналізу спектральних показників виявлено достовірне зниження щільності всіх хвиль (HF, LF, VLF), при цьому встановлено значне підвищення потужності повільних хвиль (HF>LF>VLF), що свідчить про переважання впливу парасимпатичної ланки ВНС (табл. 3).

Таким чином, виявлені порушення вегетативного статусу в дітей молодшого шкільного віку свідчать про дисбаланс адаптаційно-приспосувальних механізмів і регуляції синусового вузла з переважанням впливів парасимпатичної активності ВНС у дітей незалежно від вихідного тону (як вихідною ваготонією, так і ейтонією).

## Висновки

Під час обстеження серцево-судинної системи в дітей молодшого шкільного віку виявлено, що більшість з них мають синусову брадикардію та брадиаритмію (80,7% дітей). Брадиаритмія більш характерна для дітей віком 6–7 років, брадикардія — для дітей віком 9–10 років.

Більшість (84,0%) дітей, за даними кардіоінтервалографії, мають вихідну ваготонію з майже однаковою кількістю дітей з асимпатикотонічною та нормальною вегетативною реактивністю.

За даними спектрального аналізу ВНС встановлено дисбаланс регуляції синусового ритму з переважанням парасимпатичної ланки, незалежно від вихідного стану ВНС, та порушенням адаптаційно-приспосувальних механізмів регуляції синусового вузла.

Наявність у дітей молодшого шкільного віку пауз більше норми для цього віку (більше 1300 мс)

за даними Холтерівського моніторингу свідчить про дисфункцію синусового вузла та потребує більш пильного спостереження у зв'язку з ризиком розвитку синдрому слабкості синусового вузла та інших загрозливих станів у подальшому житті.

Відхилення ЧСС від норми для даного віку може бути одним із перших симптомів патологічного процесу, що свідчить про необхідність регулярного динамічного спостереження

дітей з синусовою брадикардією та брадиаритмією.

Враховуючи зростання кількості дітей з брадикардією та брадиаритмією за відсутності скарг на момент огляду та виявлення їх у ранньому віці, необхідно періодично оновлювати нормативи ЧСС як за даними ЕКГ, так і за даними Холтерівського моніторингу.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

## References/Література

1. Abdulmajid A, Hassan Al Ghamdi SJ, Hassan CI, Taha SA, Alzahrani RAM, Jarad Ghamdi FA, Alzahrani AEA, Alghanmy AMM, Alkhairi MMA, Alzahrani AYA, Almawaini H, Almawazini M. (2021). Arrhythmias in Children with Normal Heart in Albaha, Saudi Arabia. *Journal of Health and Medical Sciences*. 1 (4): 39–43.
2. Alban-Elouen B, Perr JC, Shubhayan S, Horie M, Dubin AM. (2016). Evaluation and management of bradycardia in neonates and children. *Eur J Pediatr*. 175 (2): 151–161.
3. Alboni P, Stucci N, Parisi C. (2017). Sinus bradycardia and syncope: what pathophysiological mechanism and what management of the patient? *G Ital Cardiol (Rome)*. 18 (11): 774–780.
4. Alten JA, Klugman DL, Raymond TT, Cooper DS, Donohue JE, Zhang W, Pasquali SK, Gaies M. (2017). Epidemiology and Outcomes of Cardiac Arrest in Pediatric Cardiac Intensive Care Units. *Pediatr Crit Care Med*. 18 (10): 935–943.
5. Baruteau AE, Pass RH, Thambo JB, Behaghel A, Solene Le Pennec, Perdreau E, Combes N, Liberman L, McLeod CJ. (2016). Congenital and childhood atrioventricular blocks: pathophysiology and contemporary management. *Eur J Pediatr*. 175 (9): 1235–1248.
6. Butta C, Tuttolomondo A, Casuccio A, Raimondo D D, Miceli G, Cuttitta F, Roberto M, Pinto A. (2019). Heart rate variability in sick sinus syndrome: does it have a diagnostic role? *Minerva Cardioangiol*. 67 (6): 464–470.
7. Doyen B, Matelot D, Carre F. (2019). Asymptomatic bradycardia amongst endurance athletes, *The Physician and Sportsmedicine*. 47 (3): 249–252.
8. Franciosi S, Perry FKG, Roston TM, Armstrong KR, Victoria E, Claydon VE, Sanatani S. (2017). The role of the autonomic nervous system in arrhythmias and sudden cardiac death. *Auton Neurosci*. 205: 1–11.
9. Kruchina T, Gordeev O, Pushkareva I, Novik G, Laur O, Egorov D. (2017). Characteristics and clinical significance of bradycardia in children. *EP Europace*. 3 (19): 397–398.
10. Kusumoto FM, Schoenfeld MH, Barrett C, Edgerton JR, Ellenbogen KA, Gold MR, Goldschlager RM, Hamilton JA, Joglar RJ, Kim RL, Marine JE, McLeod CJ, Oken KR, Patton KK, Pellegrini CN, Selzman KA, Thompson A, Varosy PD. (2019). 2018 ACC/AHA/HRS Guideline on the Evaluation and Management of Patients with Bradycardia and Cardiac Conduction Delay: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol*. 74 (7): 1014–1016.
11. Makarov LM. (2017). Holter monitoring. Guide for doctors on the use of the method in children and young people. 4th edition. Moscow: Medpraktika: 504. [Макаров ЛМ. (2017). Холтеровское мониторирование. Москва: Медпрактика. М Россия: 504].
12. Mukvich O, Kaminska T, Nedelko V, Pinchuk L. (2016). Retrospective analysis of health of students from Kyiv region. *Sovremennaya pediatriya*. 2 (74): 31–35. [Муквич ОМ, Камінська ТМ, Неділько ВП, Пінчук ЛП. (2016). Ретроспективний аналіз стану здоров'я школярів Київського регіону. *Современная педиатрия*. 2 (74): 31–35]. doi 10.15574/SP.2016.74.31.
13. Sharma S, Drezner JA, Baggish A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, La Gerche A, Ackerman MJ, Borjesson M, Salerno JC, Asif MI, Owens DS, Chung EH, Emery MS, Froelicher VF, Heidbuche H, Adamuz C, Asplund CA, Corrado D. (2017). International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *J Am Coll Cardiol*. 69 (8): 1057–1075.
14. Uygur O, Aydogdu A. (2019). Normal electrocardiogram values of healthy children. *Turk Pediatr Ars*. 54 (2): 93–104.
15. Yakubova KN, Muratkhodjaeva AV. (2016). Character of the current and risk factors of development of disorder of the heart. *Rhythm in children. EPRA International Journal of Research and Development*. 9 (5): 405–408.

## Відомості про авторів:

**Ігнатова Тетяна Борисівна** — к.мед.н., ст.н.с. відділення медичних проблем здорової дитини та преморбідних станів, ДУ "ІПАГ імені академіка О.М. Лук'янової НАМН України". Адреса: м. Київ, вул. П. Майбороди, 8; тел. (044) 483-90-56.

**Майдан Ірина Сергіївна** — мол.н.с. відділення медичних проблем здорової дитини та преморбідних станів ДУ "ІПАГ імені академіка О. М. Лук'янової НАМН України". Адреса: м. Київ, вул. П. Майбороди, 8; тел. (044) 483-90-56.

Стаття надійшла до редакції 20.06.2021 р.; прийнята до друку 15.09.2021 р.