

Гендерні відмінності структури серцевого циклу в дітей 12 років

Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту (м. Київ)
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця (м. Київ)

Постановка наукової проблеми та її значення. Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема скоротливості м'яза серця досі не може вважатися вирішеною, вона продовжує перебувати в центрі уваги сучасних дослідників – фізіологів та клініцистів.

Фазовий аналіз серцевої діяльності певною мірою сприяє розумінню процесу скорочення серцевого м'яза, особливо вивченню його ефективності діяльності. Сьогодні ця проблема набуває особливої значимості у зв'язку з погіршенням стану здоров'я як дорослого населення нашої планети, так і дітей. Перші дослідження фазової структури серцевого циклу дітей різного віку були проведені в 70 роки ХХ ст. [1–5]. Слід зазначити, що для вивчення структури серцевого циклу на той час не існувало єдиного методу дослідження – використовувалася полікардіографія в різних модифікаціях, електрокімографія, кінетокардіографія, зондування серця тощо. Також існували розбіжності стосовно визначення меж тривалості певних складників серцевого циклу, особливо це стосувалось обчислення тривалості механічної систоли та її складників. Досі єдиної узгодженої думки стосовно абсолютних величин тривалості основних періодів і фаз серцевого циклу в дітей шкільного віку не існує. Між тим контроль функціонального стану серця дитини, скоротливої здатності серцевого м'яза, буде обумовлювати своєчасне виявлення порушень діяльності серця, дасть змогу оцінити ефективність лікувальних та реабілітаційних заходів у разі виникнення патологічних зрушень, уможливить визначення функціонального розвитку серця дитини стосовно віку; відомо, що з віком відбувається перебудова адаптаційних можливостей організму дитини, при цьому однією з найважливіших ланок цієї перебудови є зростання функціональних можливостей серцево-судинної системи.

Метою цього дослідження є вивчення гендерних відмінностей структури серцевого циклу в дітей 12 років.

Організація та методи дослідження. Дослідження проведене за допомогою обстеження 49 дітей 12 років – 24 хлопчики та 25 дівчаток, учнів загальноосвітніх шкіл м. Києва. Обстеження включало реєстрацію рівня артеріального тиску (методом тонометрії), ударного об'єму крові, основних періодів і фаз серцевого циклу за допомогою методу тетраполярної імпедансної реоплетизмографії (програма ЦКГ, реоаналізатор Reo Com, ХАІ). Проводили реєстрацію та наступний аналіз тривалості таких періодів і фаз скорочення серцевого м'яза, як загальна й механічна систола, загальна діастола (МС, с; ЗС, с; ЗД, с); реєстрували тривалість періоду напруження (ПН, с), фаз асинхронного й ізометричного скорочення (ФАС, с; ФІС, с), періоду вигнання крові (ПВ, с) та фаз швидкого й повільного вигнання (ФШВ і ФПВ, с). Розраховували співвідношення окремих періодів і фаз серцевого циклу: МС, %; ЗС, %; ЗД, %; ПН/МС, %; ФІС/ФАС, %; ФПВ/ФШВ, %; поруч із тим аналізували такі емпіричні показники й

індекси, як індекс Руф'є, внутрішньосистолічний показник, за формулою $VSP = \frac{ПВ}{МС} \times 100, \%$; індекс

напруги міокарда, за формулою $ИМ = \frac{ПН}{ЗС} \times 100, \%$; механічний коефіцієнт, або коефіцієнт

Блумбергера, за формулою $КБ = \frac{ПВ}{ПН}, б/р$; початкову швидкість підвищення

внутрішньошлуночкового тиску, за формулою $V_i = \frac{АДт - КДт}{ФІС}, мм\ рт.\ ст. \cdot с^{-1}$ та середню швидкість вигнання крові зі шлуночка [1; 6; 3].

Отримані кількісні величини оброблялися за допомогою методу варіаційної статистики з використанням програми "Statistica for Windows".

Результати дослідження та їх обговорення. Нами показано ЧСС, ТСЦ, ЗС у дівчаток і хлопчиків 12 років різняться несуттєво; фази ізометричного скорочення (ФІС, с) та швидкого викиду крові (ФШВ, с) повністю збігаються, у той же час тривалість певних періодів і фаз серцевого циклу залежно від статі має певні відмінності (табл. 1).

Таблиця 1

Середні величини основних періодів та фаз структури серцевого циклу в дітей 12 років ($n = 49$)

| Стать | | ЧСС, уд./хв | ТСЦ, с | ПН, с | ФАС, с | ФІС, с | ПВ, с | ФШВ, с | ФПВ, с | МС, с | ЗС, с |
|--------------------------|--------------|----------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Хлопчики ($n = 24$) | X | 86,580 | 0,702 | 0,102 | 0,070 | 0,032 | 0,239 | 0,036 | 0,204 | 0,271 | 0,341 |
| | $\pm M$ | 2,380 | 0,020 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,004 | 0,001 | 0,003 | 0,004 | 0,005 |
| | $\pm \sigma$ | 11,670 | 0,098 | 0,015 | 0,014 | 0,009 | 0,019 | 0,005 | 0,017 | 0,020 | 0,025 |
| Дівчатка ($n = 25$) | X | 86,880 | 0,702 | 0,110 | 0,078 | 0,032 | 0,232 | 0,035 | 0,198 | 0,265 | 0,342 |
| | $\pm M$ | 2,510 | 0,019 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,006 | 0,001 | 0,006 | 0,006 | 0,006 |
| | $\pm \sigma$ | 12,299 | 0,097 | 0,012 | 0,010 | 0,008 | 0,029 | 0,004 | 0,028 | 0,030 | 0,029 |

Примітки: ЧСС – частота серцевих скорочень; ТСЦ – тривалість серцевого циклу; ПН – період напруження; ФАС – фаза асинхронного скорочення; ФІС – фаза ізометричного скорочення; ПВ – період викиду крові; ФШВ – фаза швидкого викиду; ФПВ – фаза повільного викиду; МС – механічна систола; ЗС – загальна систола.

Як видно з даних, наведених у табл. 1, середні величини ЧСС у хлопчиків і дівчаток 12 років практично не відрізняються, проте детальний аналіз отриманих даних дав змогу зазначити, що найбільш поширеною величиною ЧСС у хлопчиків обстеженої групи є ЧСС від 80 до 89 уд./хв, у той час як у дівчаток – 70–79 уд./хв; у хлопчиків ЧСС перебувала в межах 62–111 уд./хв, у дівчаток – 65–109 уд./хв; ЧСС, яка перевищує 100 уд./хв, у хлопчиків складає 13 %, тоді як у дівчаток – 18,5 % (рис. 1).

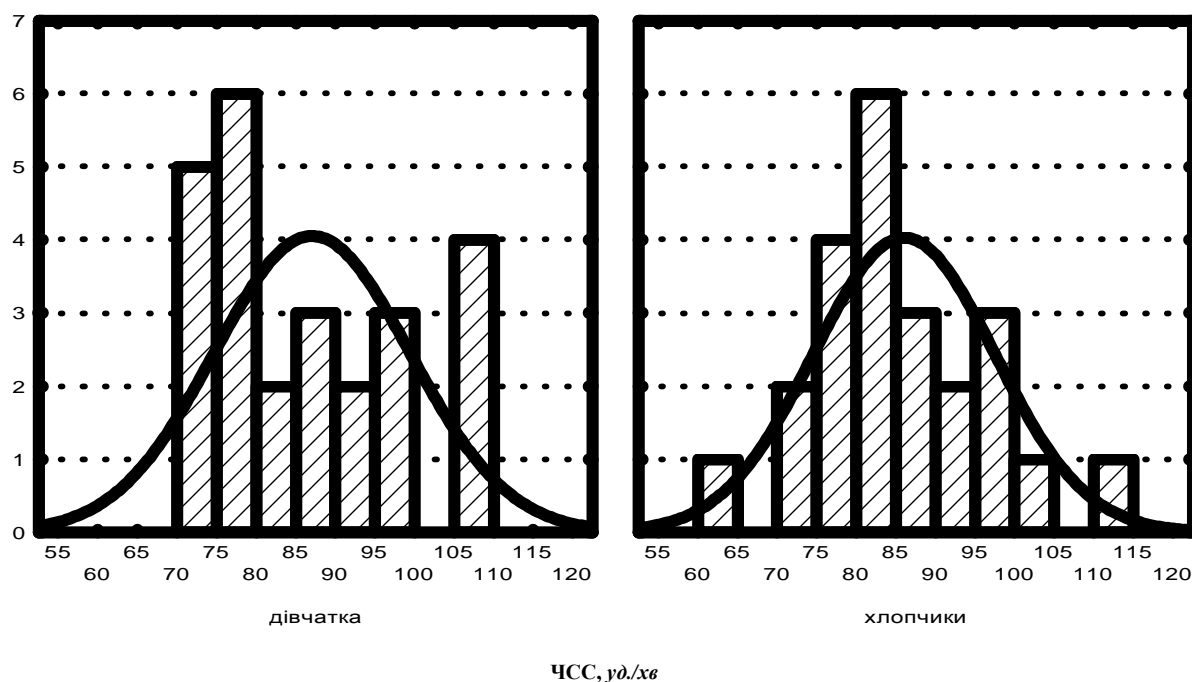


Рис. 1. Дискретні величини ЧСС у дітей 12 років різної статі

Отримані дані свідчать про те, що тривалість ЗС у хлопчиків дещо менша, ніж у дівчаток, що обумовлене меншою тривалістю ПН, а саме фази асиметричного скорочення.

Найбільш суттєвими гендерними відмінностями структури серцевого циклу дітей 12 років є більш тривалий ПН у дівчаток, що збігається з даними А. Галстяна [2; 5], та коротша тривалість ПВ. Відомо, що ПН є дуже важливою та інформативною складовою частиною серцевого циклу. За даними ряду дослідників [5–7], його тривалість не залежить від ЧСС; під час цього періоду відбувається скорочення окремих м'язових волокон без суттєвих змін внутрішньошлуночкового артеріального тиску крові. Цей період поділяють на дві фази: асинхронного й ізометричного скорочення (ФІС та ФАС, с). Межами тривалості ФАС є зубець Q на ЕКГ і перший тон на ФКГ у цей час А-V клапани

закриваються, а тиск крові в камері лівого шлуночка підвищується. Межами тривалості ФІС вважають проміжок часу між I та II тоном ФКГ.

За нашими даними, середня тривалість ФАС у хлопчиків 12 років була коротшою, ніж у дівчаток того ж віку: $0,070 \pm 0,003$ с проти $0,078 \pm 0,002$ с у дівчаток, що збігається із верхньою межею тривалості ФАС у дорослих. Детальний аналіз тривалості ФАС в обстеженої групи дітей 12 років свідчить про те, що в 39 % хлопчиків та 53 % дівчаток тривалість цієї фази перевищує середні величини. Як було зазначено вище, тривалість ФАС практично не залежить від тривалості серцевого циклу, а характеризує стан обміну речовин у серцевому м'язі, що, у свою чергу, регулює швидкість поширення деполаризації та величину електромеханічної латентності. Отже, можна думати, що в дівчаток 12 років рівень обмінних процесів у міокарді поступається відповідному рівню в дорослих.

Другим складником ПН є фаза ізометричного скорочення (ФІС, с), яка реалізується при закритих А-V – клапанах. Під час цієї фази тиск крові в камері шлуночка зростає й на кінець сягає рівня кінцево-діастолічного тиску в судинах (КДТ, мм рт. ст.). Вивчення тривалості цієї фази серцевого циклу також має важливе теоретичне та практичне значення, оскільки здатність серцевого м'яза в широких межах змінювати швидкість зростання тиску обумовлює швидке та повноцінне пристосування м'яза серця до діяльності в умовах змінних запитів організму. Під час ФІС м'яз витрачає значну кількість енергії, яка не використовується для переміщення крові з камери шлуночка до судинної системи, а тому подовження тривалості цієї фази за нормативні межі вважається нерациональним, отже вивчення тривалості ФІС використовується для об'єктивної оцінки скоротливої здатності серцевого м'яза. За нашими даними, середня величина ФІС перебуває в межах нормативних величин для дорослих та не має гендерних відмінностей: середня тривалість ФІС у хлопчиків становить $0,032 \pm 0,002$ с, у дівчаток – $0,032 \pm 0,002$ с; тісного зв'язку між тривалістю ФІС і ТСЦ нами не виявлено. Співвідношення між тривалістю ФІС та ФАС для хлопчиків і дівчаток також не різняться залежно від статі дитини.

Період вигнання крові (ПВ, с) у хлопчиків 12 років дещо триваліший, ніж у дівчаток: $0,239 \pm 0,004$ с проти $0,232 \pm 0,006$ с для дівчаток. Відомо, що цей період залежить від ТСЦ та складається із двох фаз – фази швидкого й повільного вигнання крові (ФШВ та ФПВ, с). Упродовж ФШВ серцевий м'яз здійснює максимально ефективну механічну роботу із переміщення крові до судинної системи; на кінець тривалості цієї фази притік крові із серця в судини зрівнюється із надходженням крові в капіляри; завершальною фазою періоду вигнання є фаза повільного, або редукованого вигнання крові. Відношення тривалості ФШВ до ФПВ, за нашими даними, становить для хлопчиків 12 років $17,68 \pm 0,04$ %, для дівчаток – $18,04 \pm 0,03$ %, тобто практично не відрізняється залежно від статі дитини.

Для оцінки значущості гендерних відмінностей структури серцевого циклу в дітей 12 років нами, крім співвідношень окремих складників серцевого циклу, проаналізовано також емпіричні показники, запропоновані В. Л. Карпманом (1966) для оцінки функціонального стану серцевого м'яза (табл. 2).

Таблиця 2

Співвідношення тривалості окремих періодів та фаз серцевого циклу в дітей 12 років, (n = 49)

| Стать | | МС, % | ЗС, % | ЗД, % | ФІС/ФАС, % | ФШВ/ФПВ, % |
|----------------------|-----|--------|--------|--------|------------|------------|
| Хлопчики (n = 24) | X | 39,087 | 49,311 | 50,689 | 46,800 | 17,680 |
| | ± M | 0,898 | 1,038 | 1,038 | 4,409 | 0,492 |
| | ± σ | 4,398 | 5,085 | 5,086 | 21,602 | 2,413 |
| Дівчатка (n = 25) | X | 38,069 | 49,200 | 50,680 | 42,568 | 18,046 |
| | ± M | 0,899 | 1,105 | 1,100 | 2,603 | 0,746 |
| | ± σ | 4,495 | 5,526 | 5,502 | 13,014 | 3,731 |

Примітки: МС – механічна систола; ЗС – загальна систола; ЗД – загальна діастола.

Як видно з даних, наведених у табл. 2, тривалість МС у хлопчиків становить $39,087 \pm 0,898$ % від тривалості серцевого циклу, у той час як тривалість МС у дівчаток – $38,069 \pm 0,099$ %. Відомо, що тривалість механічної систоли залежить від декількох складників, у тому числі від швидкості наростання тиску перед початком систоли (V_i) та середньої швидкості вигнання крові (V_e). Згідно з отриманими нами даними, середня величина V_i в хлопчиків переважає величину відповідного показника в дівчаток, а середня швидкість вигнання є дещо меншою: V_e для хлопчиків становить

249,09 ± 6,762 мл·с⁻¹, для дівчаток – 247,16 ± 9,549 мл·с⁻¹. За даними низки авторів, у практично здорових дорослих людей середня величина V_e становить 260–268 мл·с⁻¹ [8, 8] та перебуває в межах від 220 до 382 [9, 8], або, навіть від 220 до 637 мл·с⁻¹ [10, 8]; розрахованою середньою величиною V_e В. Л. Карпман вважає 300 мл·с⁻¹. Таким чином, отримані нами величини середньої швидкості вигнання крові під час систоли лівого шлуночка в дітей 12 років перебувають у межах нормативних величин для дорослих людей.

Уважається, що функціонально розвинений серцевий м'яз дорослої людини витрачає 9/10 часу механічної систоли на здійснення роботи з переміщення крові із камери шлуночка до судинної системи, про що свідчить середня величина внутрішньосистолічного показника (ВСП, %) – 89,1 ± 0,26 с. За нашими даними, у хлопчиків 12 років середня величина ВСП наближається до нормативної для дорослих, у дівчаток – є дещо меншою. Зворотні відношення середніх величин індексу напруження міокарда (ІНМ, %) виявлені стосовно середніх величин цього показника в хлопчиків і дівчаток 12 років: ІНМ для хлопчиків становить 29,55 ± 0,674 %, для дівчаток – 32,23 ± 0,800 %.

Отримані нами дані – більша тривалість ПН, а саме ФІС, менша величина V_i та ВСП – свідчать про те, що ефективність діяльності серцевого м'яза в дівчаток 12 років є дещо меншою, ніж у хлопчиків того ж віку.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Установлено величини основних складників серцевого циклу дітей 12 років: частина з них не має суттєвих гендерних відмінностей.

Виявлено чіткі гендерні відмінності таких складників серцевого циклу, як період напруження (ПН, с), період викиду крові (ПВ, с), швидкість наростання внутрішньошлуночкового тиску перед початком скорочення серцевого м'яза (V_i) та деякі інші.

Більша тривалість ПН, а саме ФІС, менша величина V_i і ВСП у дівчаток 12 років свідчать про те, що ефективність діяльності серцевого м'яза в них менша, ніж у хлопчиків того ж віку.

Серед перспектив подальших досліджень цього напрямку слід відзначити необхідність вивчення взаємовідношень фазових та механічних характеристик діяльності серця в дітей молодшого шкільного віку.

Література

1. Буртман Р. И. Нормативы динамокардиограммы у детей в возрасте от 7 до 15 лет / Р. И. Буртман // Педиатрия. – 1960. – № 8. – С. 62–67.
2. Галстян А. А. Определение временных соотношений фаз систолы у детей / А. А. Галстян // Педиатрия. – 1962. – № 7. – С. 39–44.
3. Намазова А. А. Электрокимография сердца у здоровых детей / А. А. Намазова, И. Х. Рабкин // Педиатрия. – 1962. – № 8. – С. 61–66.
4. Осколкова М. К. Соотношение электрической и механической систол и ритма сердца у здоровых детей / М. К. Осколкова // Педиатрия. – 1964. – № 6. – С. 45–50.
5. Иваницкая И. Н. Взаимоотношения между электрическими и механическими проявлениями сердечной деятельности у человека : науч. обзор / И. Н. Иваницкая // Вопр. физиологии и патологии сердца. – М. : [б. и.], 1964. – Вып. 1. – С. 72–102.
6. Карпман В. Л. Фазовый анализ сердечной деятельности / В. Л. Карпман. – М. : Медицина, 1966. – 273 с.
7. Blumberger K. Die Untersuchung der Dynamik des Herzens beim Menschen / K. Blumberger // Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde. – 1942. – № 62. – P. 424–531.
8. Сывороткин М. Н. Об оценке сократительной функции миокарда / М. Н. Сывороткин // Кардиология. – 1963. – Т. 3. – № 5. – С. 40–46.
9. Weissler A. M. Relationships between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease / A. M. Weissler, R. Y. Peeler, W. H. Reehill // Am. Heart J. – 1961. – Vol. 62. – № 3. – P. 367–378.

Анотація

Методом тетраполярної імпедансної реоплетизмографії, реаналізатор *Reo Com Xai* встановлено величини основних періодів та фаз серцевого циклу в хлопчиків і дівчаток 12 років ($n = 49$). Показано, що середні величини ЧСС, фази ізометричного скорочення (ФІС, с) та швидкого викиду крові (ФШВ, с) не мають суттєвих відмінностей залежно від статі. У той же час такі складники серцевого циклу, як тривалість періоду напруження (ПН, с) і період викиду крові, мають певні особливості: ПН у дівчаток суттєво довший, а період викиду (ПВ, с) – коротший. Зроблено висновок про те, що в дівчаток 12 років ефективність роботи серцевого м'яза певною мірою поступається ефективності функціонування серцевого м'яза в хлопчиків того ж віку.

Ключові слова: діти 12 років, структура серцевого циклу, гендерні відмінності.

Алла Яценко, Елена Вдовиченко. Гендерные отличия структуры сердечного цикла у детей 12 лет.

Методом тетраполярной импедансной реоплетизмографии, реоанализатор Reo Com Xai определены величины основных периодов и фаз сердечного цикла у мальчиков и девочек 12 лет ($n = 49$). Показано, что средние величины ЧСС, длительность сердечного цикла, фазы изометрического сокращения и быстрого изгнания крови не имеют существенных половых отличий. В то же время такие показатели структуры сердечного цикла, как период напряжения и период изгнания крови, в зависимости от пола имеют определенные особенности: период напряжения у девочек – более длительный, а период изгнания – менее продолжительный, чем у мальчиков. Сделан вывод о том, что эффективность деятельности сердечной мышцы у девочек 12 лет меньше, чем у мальчиков того же возраста.

Ключевые слова: дети 12 лет, структура сердечного цикла, гендерные особенности.

Alla Yashchenko, Yelena Vdovichenko. The Gender Differences of Structure of Cardiac Cycle for Children 12

Years. The values of cardiac cycle basic periods and phases in 12 years old children were shown by the method of tetrapolar impedance rheoplethysmography ($n = 49$), rheoanalyser Reo Com Xai. It was revealed that the average values of cardiac rate, phases of isometric shortening and period ejection haven't significant peculiarities depending of the sex, but such periods of cardiac cycle as period of tension and period of ejection are different depending on the sex; Pt in girls is sigificantly longer than in boys, period ejection (Pe) – shorter.

Key words: children of 12 years old, cardiac cycle structure, gender peculiarity.