

мітрального та трикуспідального клапанів впроваджувалася група віментин-позитивних клітин від епікарду. Дані клітини відрізнялися більш витягнутою формою ядра і щільним приляганням одна до одної. Гетерогенний характер мезенхімних клітин зберігався до кінця ембріонального періоду. На цьому етапі розвитку серед мезенхімоцитів атріовентрикулярних подушок та ендотеліоцитів, що їх вкривали, зустрічались поодинокі Ki-67-позитивні клітини.

#### ВИСНОВКИ

Таким чином, за даними морфологічних та імуногістохімічних досліджень, можна чітко визначити, що в ембріональному періоді у процесі формуванні атріовентрикулярних клапанів значний внесок належить ендокардіальним подушкам, в яких активно проходять морфогенетичні та гістогенетичні трансформації. Так, до 6 тижня ембріогенезу людини спостерігалось збільшення їх в об'ємі за рахунок появи мезенхімних клітин у результаті епітеліо-мезенхімної трансформації та високої проліферативної активності мезенхімоцитів. З 7 тижня кардіогенезу людини стулки атріовентрикулярних клапанів були представлені двома тканинними зачатками – залишками ендокардіальних подушок та м'язовим компонентом, що з'являвся у результаті делямінації міокарду шлуночків. У кінці ембріонального періоду в ендокардіальному компоненті стулок спостерігались групи віментин-позитивних клітин, що мігрували сюди після їх епікардіо-мезенхімного перетворення.

Перспективи подальшого розвитку. Перспективи подальшого розвитку є вивчення механізмів гісто-

генетичного диференціювання клітинних популяцій у складі атріовентрикулярних клапанів у плодовому періоді.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Wenink A.C.G. Quantitative morphology of the embryonic heart: An approach to development of the atrioventricular valves // *Anat. Rec.* - 1992. - Vol.234. - P.129-135.
2. Mandarim-de-Lasedra C.A. A multivariate analysis of cardiac growth in human embryos: endocardial cushions and ventricular myocardium // *Cardiovasc. Res.* - 1991. - Vol.25. - P.855-860.
3. Formation of the tricuspid valve in the human heart / W.H.Lamers, S.Viragh, A.Wessels et al. // *Circulation.* - 1995. - Vol.91. - P.111-121.
4. The development of the atrioventricular junction in the human heart / Wessels A., Markman M.W., Vermeulen J. et al. // *Circ. Res.* - 1996. - Vol. 78, № 1. - P. 110-117.
5. Fibroblast growth factor (FGF)-4 can induce proliferation of cardiac cushion mesenchymal cells during early valve leaflet formation / Sugi Y., Ito N., Szebenyi G. et al. // *Dev. Biol.* - 2003. - Vol. 258, № 2. - P. 252-263.
6. Фалин Л.И. Эмбриология человека. - М.: Медицина, 1976. - С.35-37.
7. Ромейс Б. Микроскопическая техника: Пер. с нем. - М.: Изд-во иностр. литературы, 1953. - 718 с.
8. Перебудова атріовентрикулярного з'єднання у ранньому кардіогенезі людини в нормі. Горелова Н.І., Сілкіна Ю.В.

УДК 611.9:575.191:612.017.1:612:656

© Колектив авторів, 2006.

## ВІКОВА ДИНАМІКА УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПАРАМЕТРІВ СЕРЦЯ У ЗДОРОВИХ МІСЬКИХ ПІДЛІТКІВ

**І.В. Гунас, П.В. Сарафінюк\*, І.І. Мацейко\*\*, О.М. Шаповал, О.О. Гавриленко**

*Науково-дослідний центр (директор – проф. І.В.Гунас) Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова, м. Вінниця;*

*\*кафедра фізичної реабілітації (зав. – доц. П.В.Сарафінюк) Вінницького соціально-економічного інституту університету «Україна», м. Вінниця;*

*\*\*кафедра медико-біологічних основ фізичного виховання і фізичної реабілітації (зав. – проф. Ю.М.Фурман) Вінницького державного педагогічного університету ім. М.Коцюбинського, м. Вінниця.*

### AGE-DEPENDENT DYNAMICS OF ULTRASOUND PARAMETERS OF HEART IN HEALTHY URBAN ADOLESCENTS

**I.V. Gunas, P.V. Saraphnyuk, I.I. Macejko, O.M. Shapoval, A.A. Gavrilenko**

#### SUMMARY

Age-dependent dynamics of ultrasound morphometric sizes of right and left ventricles, interventricular septum, diameter of left auricle as well as end-systolic and diastolic volumes, contraction and ejection fractions, mean VCF shortening, stroke volume and cardiac output, stroke and cardiac indices in practically healthy urban girls and boys of Ukrainian ethnic group 12-16 years old is shown in this article. Heterochronia in progressive dynamics of myocardium development and parameters of heart and cardiac valves activity is traced.

**ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЦА У ЗДОРОВЫХ ГОРОДСКИХ ПОДРОСТКОВ**

**И.В. Гунас, П.В. Сарафинюк, И.И. Мацейко, Е.Н. Шаповал, А.А. Гавриленко**

**РЕЗЮМЕ**

В данной работе представлена возрастная динамика морфометрических размеров правого и левого желудочков, межжелудочковой перегородки, диаметра левого предсердия а также конечных систолического и диастолического объемов, фракции укорочения и выброса, скорости циркулярного укорочения волокон, ударного и минутного объемов крови, ударного и сердечного индексов, определенных с помощью ультразвуковой диагностики, у практически здоровых городских девочек и мальчиков 12-16 лет украинской этнической группы. Установлена гетерохронность в прогрессивной динамике развития миокарда и параметров работы сердца и его клапанов.

**Ключові слова: ехокардіографія, міські підлітки.**

Зміни, що відбуваються у нормальному серці під впливом різноманітних зовнішніх та внутрішніх факторів продовжують привертати увагу сучасних дослідників [1, 2]. Вивченням розмірів серця, його електрокардіографічних показників у дітей і підлітків займався цілий ряд дослідників, як у нашій країні, так і за кордоном [3, 4]. Але дане питання не втратило своєї актуальності й у наш час, особливо з позиції щодо широкої розповсюдженості серцево-судинних захворювань і високої смертності від них. Вирішення цієї проблеми неможливе без розвитку нових інформативних, неінвазивних методів дослідження [5], які дали б змогу завчасного попередження хвороби, до яких належить розвиток ехокардіографії. Тому метою даного дослідження є встановлення вікової динаміки ультразвукових параметрів серця у здорових підлітків м. Вінниці.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ**

Нами було проведено комплексне обстеження 108 дівчаток та 103 хлопчики підліткового віку, української етнічної групи, міських жителів Подільського регіону України. Використовуючи схему вікової періодизації онтогенезу людини, в групу підлітків були віднесені дівчатка з 12 до 15 років, а хлопчики – з 13 до 16 років включно. Контингент обстежених склали практично здорові підлітки. Ехокардіографічне дослідження проводили за загальноприйнятою методикою [6] в трьох стандартних позиціях в В- і М-режимах з трансторакального доступу на апараті “Ultramark-9”. Аналіз отриманих даних проведено за допомогою програми STATISTICA - версія 5.5 (належить ЦНІТ ВНМУ ім. М.І.Пирогова, ліцензійний № AXXR910A374605FA) з використанням непараметричних методів оцінки різниці між показниками (Манна-Уїтні U тест для незалежних вибірок).

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Анатомічний ріст міокарда створює умови для значної зміни скорочувальної і насосної функцій, тобто для зростання серцевого викиду, адекватного потребам зростаючого організму [7]. Отримані ними дані підтверджують думку про циклічність росту серця та вінцевих судин, про залежність збільшення маси та об'єму серця від віку і не суперечать загальноприйнятим уявленням. Але хотілося б звернути увагу

на те, що не всі морфометричні розміри шлуночків та лівого передсердя мають поступальний ріст в межах підліткового періоду. Так, товщина передньої стінки правого шлуночка в діастолу і в систолу в дівчаток 12-13 років практично однакова, починає збільшуватися в 14-15 років і є максимальною у 15-річних дівчаток, а у хлопчиків даний ультразвуковий показник серця має мінімальне значення в 13 років, збільшення його відбувається у два етапи: 14-15 років і в 16 років; в той час, як товщина задньої стінки лівого шлуночка в діастолу і в систолу у хлопчиків і дівчаток не має істотних вікових відмінностей. Динаміка змін діаметра правого шлуночка в діастолу і в систолу у дівчаток і хлопчиків практично однотипна зі зміною товщини передньої стінки правого шлуночка в діастолу і в систолу за винятком вираженого переважання величини даного показника у дівчаток старшої вікової групи. Діаметр правого шлуночка в діастолу і в систолу у дівчаток 12-13-ти років практично однаковий, починає збільшуватися в 14-15-ть років, без вираженого переважання у старшій віковій групі. У хлопчиків даний показник найменшим є у 13-ть років, потім теж збільшується у два етапи, але дана закономірність не так яскраво виражена, як товщина стінок правого шлуночка. Діаметр лівого шлуночка в діастолу у дівчаток знаходиться майже на одному рівні у проміжку з 12 до 14 років і потім зростає лише у 15 років, а у хлопчиків зміни даного показника аналогічні вище описаних ультразвукових характеристик серця, тобто, він найменший у 13 років, а далі збільшується у два етапи; у той час як діаметр лівого шлуночка в систолу в дівчаток практично не змінюється з 12 до 15 років, а у хлопчиків – починає збільшуватися лише в 16 років. Товщина міжшлуночкової перегородки в систолу у дівчаток 12-14 років знаходиться на одному рівні і збільшується лише з 15-ти років, у хлопчиків – вона мінімальна в 13 років, а потім збільшується, залишаючись на одному рівні; в той час, як товщина міжшлуночкової перегородки в діастолу у підлітків не має виражених вікових відмінностей. Діаметр лівого передсердя у дівчаток мінімальний у 12 років, далі він збільшується у два етапи: 13-14 років і в 15 років. У хлопчиків даний розмір найменшим є у 13-ть років, потім збільшується, залишаючись на одному рівні в межах 14-16-ти років (табл.

Таблиця 1

## Статевий диморфізм ультразвукових розмірів серця (см) у підлітків (M±s)

Показники	Вік	Дівчатка	Хлопчики	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
Товщина стінки правого шлуночка в діастолу	12д – 13х	0,724±0,099	0,711±0,099	>0,05	>0,05	>0,05
	13д – 14х	0,732±0,097	0,813±0,114*			
	14д – 15х	0,815±0,105	0,819±0,131			
	15д – 16х	0,851±0,109	0,907±0,110			
	Загальний	0,782±0,115	0,811±0,132			
Діаметр правого шлуночка в діастолу	12д – 13х	1,210±0,246	1,165±0,245	>0,05	>0,05	>0,05
	13д – 14х	1,136±0,216	1,334±0,340*			
	14д – 15х	1,352±0,303	1,366±0,339			
	15д – 16х	1,422±0,331	1,520±0,378			
	Загальний	1,283±0,298	1,346±0,347			
Діаметр лівого шлуночка в діастолу	12д – 13х	4,015±0,287	4,267±0,354*	>0,05	<0,001	>0,05
	13д – 14х	4,070±0,402	4,412±0,204**			
	14д – 15х	4,059±0,382	4,484±0,527**			
	15д – 16х	4,258±0,321	4,848±0,423***			
	Загальний	4,109±0,361	4,492±0,436***			
Діаметр лівого шлуночка в систолу	12д – 13х	2,410±0,230	2,540±0,311	>0,05	>0,05	>0,05
	13д – 14х	2,465±0,282	2,542±0,283			
	14д – 15х	2,391±0,364	2,643±0,523			
	15д – 16х	2,450±0,357	2,869±0,406**			
	Загальний	2,430±0,315	2,648±0,401**			
Товщина міжшлуночкової перегородки в систолу	12д – 13х	1,126±0,131	1,227±0,186	>0,05	<0,01	>0,05
	13д – 14х	1,181±0,120	1,332±0,156**			
	14д – 15х	1,164±0,175	1,325±0,176*			
	15д – 16х	1,274±0,164	1,354±0,138			
	Загальний	1,189±0,157	1,308±0,170***			
Діаметр лівого передсердя	12д – 13х	2,083±0,219	2,278±0,217*	>0,05	>0,05	>0,05
	13д – 14х	2,233±0,271	2,435±0,362			
	14д – 15х	2,285±0,204	2,499±0,211**			
	15д – 16х	2,472±0,277	2,507±0,332			
	Загальний	2,269±0,278	2,421±0,303**			

Примітки: \* – показник статистичної значимості різниці між відповідними групами підліткового віку дівчаток і хлопчиків <0,05; \*\* – показник статистичної значимості різниці між відповідними групами підліткового віку дівчаток і хлопчиків <0,01; \*\*\* – показник статистичної значимості різниці між відповідними групами підліткового віку дівчаток і хлопчиків <0,001; p<sub>1</sub> – показник статистичної значимості різниці між 13-річними дівчатками та хлопчиками; p<sub>2</sub> – показник статистичної значимості різниці між 14-річними дівчатками та хлопчиками; p<sub>3</sub> – показник статистичної значимості різниці між 15-річними дівчатками та хлопчиками; д – дівчатка, х – хлопчики.

Збільшення серця йде звичайно синхронно з розвитком організму дитини в цілому. Е.А.Кудаєв [8] довів, що синхронний розвиток усіх лінійних розмірів серця відбувається в період між 11-12 і 18-19 роками. Після кожного періоду інтенсивного формування окремої ознаки спостерігається зниження темпів її розвитку. Так, після різкого збільшення довжини серця в 11-12 років спостерігається зменшення приросту в 12-13 років і 13-14 років. Можливо, це пояснює те, що на початку підліткового віку нами не встановлено значних вікових відмінностей параметрів серця.

Найбільш інтенсивний анатомічний розвиток міокарду правого шлуночка у підлітків відбувається з 14 років. У цьому ж віці спостерігається значне збільшення товщини міжшлуночкової перегородки в систолу у хлопчиків. Саме у цей період, на думку науковців, відбуваються найактивніші процеси росту, розвитку та диференціюванням тканин в організмі підлітків, які співпадають з другим різким збільшенням маси серця.

Нами встановлені вікові відмінності в динаміці анатомічних параметрів та насосної функції серця у

дівчаток та хлопчиків підліткового періоду. Окремі ультразвукові показники роботи серця (швидкість циркулярного вкорочення волокон, серцевий індекс і фракція вкорочення та викиду у хлопчиків), зміни тривалості періодів серцевого циклу та показників роботи клапанів серця залишаються у підлітків 12-16 років майже на одному рівні. Виявлено, що деякі ехокардіографічні параметри роботи серця мають істотні вікові відмінності. Зокрема, кінцевий діастолічний об'єм лівого шлуночка у дівчаток починає активно збільшуватися з 15 років, а у хлопчиків збільшення відбувається у два етапи: 14-15 років і в 16 років. Кінцевий систолічний об'єм лише у хлопчиків поступово збільшується з 13-ти до 16-ти років, причому, достовірні відмінності спостерігаються лише між крайніми віковими групами. У дівчаток фракції вкорочення та викиду збільшуються з 14 років і залишаються на тому ж рівні у 15 років; ударний об'єм з 12 до 14 років не змінюється, а зростає лише з 15 років; хвилинний об'єм з 12 до 13 років знаходиться на одному рівні, а потім поступово збільшується, досягаючи максимальних значень у 15 років. У хлопчиків ударний об'єм крові збільшується у два етапи: в 14-15 років і в 16 років, а відкриття аортального клапану статистично значимо збільшуються з 16 років. Отримані нами результати що до динаміки ударного та хвилинного об'ємів крові суперечать думці окремих авторів [9, 10], які показали, що найбільш значне збільшення ударного об'єму крові відзначається в дівчаток у 9 та у 12 років, зниження ЧСС у 14 років. У хлопчиків збільшення ударного об'єму крові спостерігається до 14 років, зниження ЧСС – у 15 років. Отримані іншими науковцями результати свідчать про залежність індивідуальних показників становлення серцево-судинної системи в кожній віковій групі від рівня фізичного розвитку та формування окремих компонентів соматичної й індивідуального біологічного дозрівання організму дитини [11].

#### ВИСНОВКИ

У міських підлітків різної статі виявлена гетерохронність у прогресивній динаміці розвитку міокарда та параметрів роботи серця і його клапанів, яка проявляється статистично значимими віковими відмінностями в межах даного періоду онтогенезу товщини стінок правого шлуночка та лівого передсердя, діаметрів шлуночків серця, кінцевих діастолічного та систолічного об'ємів лівого шлуночка, фракції вкорочення та викиду, ударного і хвилинного об'ємів крові та відкриття аортального клапану.

Застосування нами комплексного віко-статевого, сомато-антропометричного підходів при вивченні нормативних параметрів серця дозволить удосконалити критерії більш точного розмежування норми та

патології, що в свою чергу дасть можливість більш визначено підійти до питання раннього виявлення груп ризику та прогнозувати захворювання органів серцево-судинної системи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Фитенков В.Н., Шукин Ю.В., Фитенков Ю.В. Новое в фазовой структуре сердечного цикла //Российский кардиологический журнал.- 2001.- №2.- С. 85-89.
2. Smiseth O.A., Thompson C.R. Atrioventricular filling dynamics, diastolic function and dysfunction // Heart Failure Rev.- 2000.- Vol.5, №4.- P.291-299.
3. Кмить Г.В. Возрастные особенности морфофункционального развития миокарда левого желудочка у детей 5-9 лет //Сб. материалов международной научно-практической конференции “Современные проблемы и перспективы развития региональной системы комплексной помощи ребёнку” /Под общей ред. А.В.Грибанова, Л.С.Медниковой.- Архангельск: Поморский госуниверситет, 2000.- С.79-81.
4. Фомин Н.А., Дятлова Н.Н. Изменение эхокардиографических показателей у подростков с артериальной гипертензией //Вестник Челябинского государственного пед. ун-та.- Сер. 9.- 2000, №1.- С.83-89.
5. Anagnostopoulos C., Henein M. Y., Underwood S.R. Non-invasive investigations //Brit. Med. Bull.- 2001.- №59.- P.29-44.
6. Бобров В.О., Стаднюк Л.А., Крижанівський В.О. Ехокардіографія.- К.: Здоров'я, 1997.- 152с.
7. Snyders D.J. Structure and function of cardiac potassium channels //Cardiovasc. Res.- 1999.- Vol.42.- P.377-390.
8. Кудавев Э.А. Динамика линейных размеров сердца мальчиков и юношей в онтогенезе при различном уровне двигательной активности //Сб. материалов международной научно-практической конференции “Современные проблемы и перспективы развития региональной системы комплексной помощи ребёнку” /Под общей ред. А.В.Грибанова, Л.С.Медниковой.- Архангельск: Поморский госуниверситет, 2000.- С.85-91.
9. Ситдиков Ф.Г. Сердце, симпат-адреналовая система у детей школьного возраста //Тез. всесоюзной конференции “Физиология развития человека”.- М., 1990.- С.261.
10. Морфофункциональные константы детского организма /В.А.Доскин, Х.Келлер, Н.М.Мураенко, Р.В.Тонкова-Ямпольская: Справочник.- М.: Медицина, 1997.- 286 с.
11. Чернышов В.Н., Тараканова Т.Д. Особенности морфофункционального становления сердечно-сосудистой системы у здоровых школьников в различные возрастные периоды //Тез. Всесоюзной конференции “Физиология развития человека”.- М., 1990.- С. 305.