

**В.О. Кондратьєв,
Л.І. Вакулєнко,
Н.Г. Порохня*,
Н.П. Ткаченко,
І.І. Андрейченко***

СЕРЦЕВА ДІЯЛЬНІСТЬ У ЗДОРОВИХ ДІТЕЙ ЗА ДАНИМИ ЕХОКАРДІОГРАФІЇ

*ДЗ “Дніпропетровська медична академія МОЗ України”
кафедра госпітальної педіатрії №1
(зав. – д. мед. наук, проф. В.О. Кондратьєв)
Обласна дитяча клінічна лікарня*
м.Дніпропетровськ*

Ключові слова: *серцева діяльність, ехокардіографічні показники, діти*

Key words: *cardiac activity, echocardiography parameters, children*

Резюме. *Изучены возрастные особенности развития сердца и формирования его структур у 230 здоровых детей и подростков, определены возрастные диапазоны эхокардиографических показателей у детей в возрасте от 7 месяцев до 16 лет, даны характеристики возрастных особенностей трансклапанных доплеровских потоков, которые могут быть использованы в качестве нормативных при оценке сердечной деятельности у детей в условиях кардиальной и соматической патологии.*

Summary. *Age features of heart development and its structures forming in 230 healthy children and adolescents aged from 7 months to 16 years were evaluated. Age echocardiography parameters and characteristics of transvalvular Doppler currents in these category of children, which may be used as normal variants while evaluating cardiac activity in children with cardiac and somatic disorders were determined.*

Дослідження серцевої діяльності у дітей в нормі і при патології за допомогою методу ехокардіографії (ЕхоКГ) в останні десятиріччя міцно увійшли в клінічну практику не тільки кардіологів, але й педіатрів, та є найбільш розповсюдженими в світовій педіатрії завдяки неінвазивності та високій інформативності методу [4, 5].

Сучасна діагностика кардіологічних захворювань, ураження серця і судин при різних соматичних захворюваннях у дітей і підлітків неможлива без використання методу ЕхоКГ, методологічною основою якого є накопичення і використання знань про вікові особливості й закономірності взаємозв'язків ехо- і доплеркардіографічних показників у здорової дитини в різні вікові періоди [4]. Вікові особливості ЕхоКГ-розмірів порожнин серця і крупних судин, морфометричні та функціональні параметри шлуночків і передсердь серця, співвідношення їх до маси, довжини тіла або до площі тіла висвітлені у науковій літературі недостатньо і стосуються окремих ЕхоКГ-показників і параметрів гемодинаміки [5], що утруднює співставлення результатів наукових і практичних досліджень, виконаних у різних клініках, різними дослідниками. Проте використання нор-

мальних діапазонів індексів співвідношення ехокардіографічних показників між собою, нормалізація останніх за площею тіла в клінічній педіатрії доцільне для диференціювання фізіологічних особливостей і патологічних змін з боку порожнин серця та його структур, оскільки діти однакового віку та статі можуть мати різний фізичний розвиток, надлишок або недостатню вагу та довжину тіла.

Метою роботи є дослідження вікових змін ЕхоКГ-показників серця, внутрішньосерцевої гемодинаміки у здорових дітей для визначення нормальних вікових діапазонів доплерехокардіографічних показників та їх використання в практичній педіатрії і дитячій кардіології.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Клінічні та доплерехокардіографічні дослідження були проведені в 2009-2011 роках на базі обласної дитячої клінічної лікарні м. Дніпропетровська. Було обстежено 230 здорових дітей у віці від 7 місяців до 16 років, які не мали на час дослідження скарг і клінічних ознак гострих та хронічних соматичних захворювань. Всі обстежені діти були розподілені на вікові групи: 1-а група (7-12 місяців) - 26 дітей, 2-а група (1-3 роки) - 32 дитини, 3-я група (4-6 років)

- 48 дітей, 4-а група (7-10 років) - 42 дитини, 5-а група (11-13 років) - 38 дітей, 6-а група (14-16 років) - 44 дитини.

Для дослідження морфометричних показників серцевих структур та внутрішньосерцевої гемодинаміки у роботі використовувались ультразвукові методи: ехокардіографія (ЕхоКГ) та доплерехокардіографія (ДЕхоКГ), що здійснювалися одночасно на ультразвуковому сканері "Acuson CV70" (Siemens) в М- та 2D- режимі, а також із застосуванням доплера в імпульсному режимі (PW) за стандартною методикою [1].

У стандартних позиціях вимірювалися систолічний (D_s , см) і діастолічний (D_d , см) діаметри лівого та правого (D_{rv} , см) шлуночків, лівого (D_{dla} , см) передсердя, діастолічна товщина (T_m , см) і систолічна амплітуда (A_m , см) задньої стінки лівого шлуночка, діастолічна товщина (T_s , см) і систолічна амплітуда (A_s , см) міжшлуночкової перегородки, діастолічна товщина правого шлуночка (T_{rv} , см), діаметр аорти (D_a , см). Розраховувалися частота серцевих скорочень (HR, уд/хв.), час вигнання лівого шлуночка (E , с), маса міокарда лівого шлуночка (M_{mlv} , г) [4]. У зв'язку з тим, що обстеження здійснювалися у дітей різного віку (від 7 місяців до 16 років), які мали різні показники фізичного розвитку (зріст, маса тіла), морфометричні показники серця були нормалізовані за площею тіла (T). За отриманими даними розраховувалися індекси співвідношення ЕхоКГ-показників між собою: D_d/D_{rv} , D_d/D_a , D_d/D_{dla} , T_s/T_m , T_{rv}/T_m [2]. Розраховувалися показники насосної функції: фракція вигнання (EF, ум. од.), відносне систолічне скорочення порожнини лівого шлуночка (ΔD , %) та скорочувальної здатності міокарда лівого шлуночка: швидкість циркулярного скорочення міокарда (V_{cf} , $\text{окр} \cdot \text{с}^{-1}$), середня нормалізована швидкість скорочення міокарда (nV_{mean} , мм/с) задньої стінки лівого шлуночка [4]. Нормальними вважались діапазони ЕхоКГ-показників, що коливалися у межах $\pm 1,0$ SD (сигмального відхилення) від середніх величин [3].

Вивчення внутрішньосерцевої клапанної гемодинаміки у дітей здійснювалося за допомогою імпульсної ДЕхоКГ з верхівкової позиції чотирикамерного серця і включало оцінку максимальної швидкості трансмітрального кровотоку (V_{maxMt}), максимальної швидкості потоку через

трикуспідальний клапан (V_{maxTk}), трансортального кровотоку (V_{maxAo}) та максимальної швидкості потоку через клапан легеневої артерії (V_{maxAp}). При цьому робили якісно-кількісну оцінку доплер-потоків на мітральному (Mt), трикуспідальному (Tk), аортальному (Ao) та легеневому (Ap) клапанах [1].

Математичне і статистичне опрацювання цифрового матеріалу проводилося за допомогою пакету статистичних програм Microsoft Excel 7.0 із використанням альтернативного, варіаційного і кореляційного статистичного аналізу. Вірогідність відмінності оцінювалась за допомогою параметричного критерію Фішера-Стьюдента [3].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами проведених досліджень були визначені вікові діапазони ЕхоКГ-показників у межах $\pm 1,0SD$ від середніх величин, що були характерними для вікових груп здорових дітей і підлітків від 7 місяців до 16 років і давали можливість оцінити вікові особливості серцевої діяльності.

Морфометричні ЕхоКГ-показники здорових дітей і підлітків у досліджених вікових групах мали деякі відмінності, що відбивали особливості розвитку серця і формування його структур протягом росту дитини (табл. 1). Середні величини систолічного (D_s) і діастолічного (D_d) діаметрів лівого шлуночка, діастолічного діаметру лівого передсердя (D_{la}), діаметру аорти (D_a) відбивали помірне збільшення за віком у здорових дітей всіх груп та мали достовірну різницю в групах ($p < 0,05$), що відповідає літературним даним [5]. Показник діаметру правого шлуночка (D_{rv}) мав достовірне збільшення порівняно з попередньою віковою групою у дітей 2-ї і 3-ї групи, у віці від 1 до 6 років. Така ж тенденція спостерігалася й з боку показників діастолічної товщини задньої стінки лівого шлуночка (T_m) і правого шлуночка (T_{rv}) в 3-й та 4-й групах ($p < 0,05$). Незначне збільшення за віком спостерігалася з боку показника товщини міжшлуночкової перегородки (T_s), при цьому різниця між середніми величинами T_s у вікових групах була недостовірною ($p > 0,05$), крім дітей у віці 7-10 років.

Ехокардіографічні показники у здорових дітей (M±m, SD)

Вікова група	ЕхоКГ-показники												
		Ds, см	Dd, см	Drv, см	Ddla, см	Da, см	HR, уд.	E, сек	Am, см	As, см	Tm, см	Ts, см	Trv, см
1-а група													
7-12 місяців	M	1,66*	2,70*	0,65	1,38*	1,26*	124	0,22	0,64	0,37	0,43	0,44	0,21
n=26	±m	0,07	0,09	0,02	0,03	0,02	3,3	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,005
	±SD	0,18	0,28	0,05	0,08	0,06	8,9	0,02	0,08	0,06	0,02	0,04	0,01
2-а група													
1-3 роки	M	1,91*	3,25*	0,72*	1,62*	1,54*	107*	0,25*	0,81*	0,44*	0,46	0,46	0,22
n=32	±m	0,07	0,08	0,02	0,03	0,04	3,8	0,002	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
	±SD	0,18	0,21	0,05	0,07	0,15	10,6	0,01	0,07	0,07	0,04	0,03	0,02
3-я група													
4-6 років	M	2,10*	3,70*	0,85*	1,82*	1,75*	94*	0,27	1,05*	0,52*	0,49	0,48	0,26*
n=48	±m	0,08	0,10	0,05	0,08	0,03	2,6	0,01	0,05	0,05	0,02	0,01	0,01
	±SD	0,26	0,24	0,12	0,25	0,08	6,4	0,03	0,12	0,16	0,05	0,02	0,02
4-а група													
7-10 років	M	2,40*	4,08*	0,92	1,99*	1,94*	86*	0,28	1,13	0,54	0,55*	0,57*	0,30*
n=42	±m	0,05	0,05	0,03	0,04	0,03	2,8	0,003	0,05	0,02	0,02	0,03	0,01
	±SD	0,21	0,22	0,12	0,16	0,11	7,2	0,01	0,11	0,05	0,05	0,07	0,02
5-а група													
11-13 років	M	2,58*	4,26*	0,96	2,13*	2,12*	82	0,29	1,21	0,60	0,60	0,61	0,33
n=38	±m	0,08	0,10	0,03	0,07	0,05	2,9	0,01	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02
	±SD	0,32	0,42	0,09	0,22	0,18	7,4	0,02	0,16	0,14	0,07	0,07	0,04
6-а група													
14-16 років	M	2,91*	4,58*	1,02	2,58*	2,46*	80*	0,30	1,32	0,68	0,64	0,65	0,35
n=44	±m	0,1	0,07	0,04	0,06	0,08	3,6	0,01	0,07	0,05	0,02	0,03	0,01
	±SD	0,3	0,38	0,12	0,19	0,26	9,8	0,02	0,16	0,13	0,07	0,09	0,03

Примітка. * - достовірність різниць з попередньою групою - p<0,05.

Визначені діапазони індексів співвідношення ЕхоКГ-показників серцевих структур, що наведені в таблиці 2, мають діагностичне значення для виявлення дилатації порожнин серця, а також визначення внутрішнього дисморфізму серця. Такі індекси при змінах в бік збільшення або зменшення відносно їх нормальних діапа-

зонів відбивають наявність патологічних відхилень - дилатації або гіпертрофії окремих серцевих структур [2]. Проведені нами дослідження показали, що індекси Dd/Drv, Dd/Da, Dd/Dla, Ts/Tm, Trv/Tm у здорових дітей не мали суттєвих відмінностей у групах, тобто не залежали від віку дитини.

Ехокардіографічні індекси у здорових дітей (M±m, SD)

Вікова група	ЕхоКГ-індекси					
		Dd/Drv	Dd/Da	Dd/Ddla	Ts/Tm	Trv/Tm
1-а група						
7-12 місяців	M	4,19	2,16	1,92	1,02	0,49
n=26	±m	0,17	0,07	0,07	0,02	0,01
	±SD	0,48	0,23	0,21	0,06	0,03
2-а група						
1-3 роки	M	4,48	2,12	1,99	1,02	0,52
n=32	±m	0,15	0,06	0,05	0,03	0,03
	±SD	0,42	0,21	0,14	0,09	0,07
3-я група						
4-6 років	M	4,41	2,10	2,03	1,03	0,54
n=48	±m	0,21	0,05	0,10	0,06	0,04
	±SD	0,62	0,12	0,25	0,15	0,11
4-а група						
7-10 років	M	4,43	2,04	2,01	1,08	0,55
n=42	±m	0,16	0,05	0,04	0,04	0,02
	±SD	0,52	0,19	0,14	0,17	0,07
5-а група						
11-13 років	M	4,45	2,01	1,98	1,02	0,55
n=38	±m	0,15	0,05	0,09	0,04	0,02
	±SD	0,53	0,16	0,24	0,11	0,06
6-а група						
14-16 років	M	4,47	1,96	1,86	1,03	0,56
n=44	±m	0,17	0,04	0,08	0,02	0,02
	±SD	0,64	0,12	0,22	0,12	0,07

Залежність розмірів ЕхоКГ-показників порожнини серця від віку потребує їх нормалізації за площею тіла [6]. Нормовані за площею тіла ЕхоКГ-показники та їх нормальні діапазони в різних вікових групах, що наведені в таблиці 3, надають можливість здійснювати індивідуальну оцінку отриманих величин і відрізнити патологічні відхилення від фізіологічних у конкретної дитини: феномен «крапельного серця» у

астенічних і високозрослих дітей, «юнацька гіпертрофія серця» у підлітків з акцелерацією фізичного розвитку [2]. При цьому ми використовували ЕхоКГ-показники лівого шлуночка (Dd/T, Tm/T, Ts/T з використанням показника маси міокарда лівого шлуночка - Mmlv/T), правого шлуночка (Drv/T, Trv/T), лівого передсердя (Ddla/T).

Ехокардіографічні показники у здорових дітей, що нормовані за площею тіла (M±m, SD)

Вікова група	ЕхоКГ-показники										
		Dd/T, см/м ²	Drv/T, см/м ²	Ddla/T, см/м ²	Da/T, см/м ²	Am/T, см/м ²	As/T, см/м ²	Tm/T, см/м ²	Ts/T, см/м ²	Trv/T, см/м ²	Mmlv/T, г/м ²
1-а група											
7-12 місяців	M	6,06*	1,46*	2,82*	3,11*	1,46	0,85	0,97*	0,99*	0,49*	28,1
n=26	±m	0,16	0,06	0,08	0,11	0,05	0,04	0,04	0,04	0,01	1,84
	±SD	0,49	0,18	0,25	0,28	0,18	0,11	0,11	0,12	0,02	5,18
2-а група											
1-3 роки	M	5,66*	1,26*	2,66*	2,84*	1,41	0,77	0,80*	0,82*	0,44*	31,9
n=32	±m	0,14	0,03	0,07	0,07	0,05	0,05	0,02	0,03	0,02	1,74
	±SD	0,37	0,10	0,23	0,21	0,15	0,14	0,06	0,07	0,05	4,62
3-я група											
4-6 років	M	5,30*	1,13*	2,45*	2,55*	1,32	0,71	0,69*	0,71*	0,38*	34,1
n=48	±m	0,13	0,09	0,09	0,03	0,09	0,08	0,02	0,03	0,01	1,40
	±SD	0,32	0,22	0,28	0,08	0,23	0,23	0,05	0,08	0,03	3,91
4-а група											
7-10 років	M	4,30*	1,02	2,15*	2,13*	1,25	0,59	0,60*	0,64*	0,33*	35,2
n=42	±m	0,09	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,01	1,35
	±SD	0,31	0,16	0,21	0,22	0,17	0,15	0,07	0,09	0,03	4,10
5-а група											
11-13 років	M	3,72*	0,83*	1,95*	1,83*	1,06*	0,53	0,53*	0,54*	0,28*	36,4
n=38	±m	0,08	0,05	0,07	0,06	0,06	0,03	0,02	0,03	0,01	1,21
	±SD	0,28	0,15	0,24	0,20	0,17	0,10	0,06	0,08	0,03	4,27
6-а група											
14-16 років	M	3,30*	0,77	1,79*	1,71*	0,94*	0,51	0,45*	0,46*	0,25*	38,9
n=44	±m	0,07	0,04	0,06	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,01	2,30
	±SD	0,24	0,12	0,18	0,18	0,11	0,12	0,07	0,07	0,03	6,72

Примітка. * - достовірність різниць з попередньою групою - p<0,05.

Для можливості здійснення діагностики порушень насосної, скорочувальної функції міокарда та серцевої недостатності нами були визначені нормальні вікові діапазони індексів функціональної здатності міокарда, що наведені в таблиці 4. Індеси насосної функції міокарда (EF, ΔD), показники контрактильності міокарда лівого шлуночка (nVmean, Vcf) в досліджених групах здорових дітей не мали суттєвих вікових відмінностей (p>0,1), що відповідає літературним даним [1, 4].

Порівняльна оцінка середніх величин Доп-

плерЕхоКГ-показників трансклапанного кровотоку у здорових дітей дозволила визначити деякі вікові особливості (табл. 5). Нормальний діапазон максимальної швидкості трансмітрального потоку (VmaxMt) був у межах від 1,36 до 0,88 м/сек. Найбільші значення цього показника були відзначені у дітей першого року життя (1,36 м/сек) та поступово зменшувалися за віком, досягаючи у дітей шкільного віку діапазону в межах 1,12-0,88 м/сек. Така ж, але менш суттєва вікова тенденція до зниження спостерігалась з боку максимальної швидкості трансортального

потоків ($V_{\max Ao}$), що коливалася в межах 1,41-0,84 м/сек. Отримані нами дані співвідносяться з проведеними раніше дослідженнями швидкостей трансмітрального потоку у здорових дітей. Так,

К.Narada et al. (1996) відзначили зростання швидкості трансмітрального потоку на першому році життя з подальшим її поступовим зниженням протягом перших дев'яти років життя [6].

Таблиця 4

Ехокардіографічні показники функціональної здатності міокарда у здорових дітей (M±m, SD)

Вікова група	ЕхоКГ-показники				
		EF ум.од.	ΔD , %	Vcf, окр*сек ⁻¹	nVmean, мм/сек
1-а група					
7-12 місяців	M	0,71	39,0	1,83	0,97
n=26	±m	0,01	0,65	0,08	0,05
	±SD	0,03	2,08	0,23	0,15
2-а група					
1-3 роки	M	0,72	40,2	1,69	1,01
n=32	±m	0,02	0,66	0,08	0,04
	±SD	0,05	1,48	0,25	0,11
3-я група					
4-6 років	M	0,73	41,1	1,58	1,03
n=48	±m	0,04	1,60	0,09	0,07
	±SD	0,09	4,52	0,28	0,19
4-а група					
7-10 років	M	0,69	39,2	1,45	1,05
n=42	±m	0,02	0,92	0,06	0,04
	±SD	0,05	3,24	0,18	0,12
5-а група					
11-13 років	M	0,70	40,4	1,39	1,02
n=38	±m	0,02	1,15	0,05	0,04
	±SD	0,04	3,36	0,14	0,13
6-а група					
14-16 років	M	0,71	40,9	1,40	1,04
n=44	±m	0,01	1,03	0,06	0,05
	±SD	0,04	2,86	0,19	0,12

Діапазон максимальної швидкості потоку через клапан легеневої артерії ($V_{\max Ap}$) у здорових дітей був у межах від 1,14 до 0,84 м/сек і практично не змінювався залежно від віку. При цьому діапазон максимальної швидкості потоку через трикуспідальний клапан ($V_{\max Tk}$) у здорових дітей був значно нижчим, як порівняно з трансмітральним потоком, так і потоком через

клапан легеневої артерії, і коливався в межах від 0,73 до 0,52 м/сек, практично не змінюючись залежно від віку.

Порівняння середніх швидкостей потоків у лівих відділах серця показало, що максимальна швидкість трансортального потоку була в середньому на 24% вище за швидкість трансмітрального потоку у дітей першого року життя і

дорівнювала останній у дітей старше за 1 рік життя. Порівняння середніх швидкостей потоків через клапани аорти і легеневої артерії показало, що максимальна швидкість трансортального

потоків була в середньому на 23% вище за швидкість потоків через клапан легеневої артерії, незалежно від віку дітей.

Таблиця 5

Максимальна швидкість трансортального кровотоку у здорових дітей за даними доплерехокардіографії (M±SD)

Вікова група	Швидкість трансортального кровотоку						
		VmaxMt, м/с	VmaxAo, м/с	VmaxAp, м/с	VmaxTk, м/с	VmaxAo/VmaxMt	VmaxAo/VmaxAp
До 1 року n=36	M ±SD	1,15 0,21	1,23 0,18	1,01 0,13	0,66 0,07	1,24 0,14	1,24 0,19
1-3 роки n=30	M ±SD	1,10 0,17	1,20 0,17	1,02 0,13	0,65 0,08	1,10 0,10	1,19 0,23
4-6 років n=32	M ±SD	1,06 0,16	1,15 0,16	0,94 0,10	0,62 0,06	1,10 0,13	1,23 0,20
7-15 років n=36	M ±SD	1,00 0,12	1,13 0,12	0,92 0,08	0,59 0,07	1,15 0,15	1,24 0,16

Проведені дослідження показали наявність помірної позитивної кореляційної взаємозалежності у здорових дітей 1-16 років між ДопплерЕхоКГ показниками максимального мітрального (VmaxMt) і ортального (VmaxAo) трансортального кровотоку (r=0,68), яка була вірогідно вищою у дітей дошкільного віку (0,62-0,82) порівняно з дітьми шкільного віку (p<0,01).

Між показниками максимального трикуспідального (VmaxTk) і легеневого (VmaxAp) трансортального кровотоку позитивна кореляційна взаємозалежність у здорових дітей 1-16 років була порівняно з потоками на клапанах лівих відділів серця менш значною і дорівнювала r=0,33, але також мала тенденцію до зниження відповідно до збільшення віку дітей (від r=0,43 у

дітей 1-го року життя до r=0,16 у дітей шкільного віку). Отримані дані показали, що у здорових дітей в лівих відділах серця взаємодії в роботі клапанів були більш вираженими порівняно з правими відділами.

ПІДСУМОК

За результатами проведених досліджень були визначені вікові діапазони ехокардіографічних показників серця у здорових дітей 1-16 років, надана характеристика вікових особливостей трансортальних доплеровських потоків, що може бути використано як нормативи під час оцінки серцевої діяльності у дітей як в умовах кардіальної, так і соматичної патології.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клінічна доплерівська ультрасонографія/ за ред. Пола Л. Аллана, Пола А. Даббінса, Мирона А. Позняка, В. Нормана МакДікена [пер. з англ.]. – Львів: Медицина світу, 2007.- 374с.
2. Кондратьєв В.О. Вікові особливості серцевої діяльності у здорових дітей за даними ехокардіографії / В.О. Кондратьєв, Л.В. Ващенко, Г.В. Кулікова // Медичні перспективи.-2004.-Т.IX, №3.-С.88-93.
3. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич.- К.: МОРИОН, 2001.- 401с.
4. Шиллер Н. Клиническая эхокардиография.-

изд. 2-е / Н. Шиллер, М.А. Осипов.- М.: Практика, 2005.- 344 с.

5. Age and body surface area related normal upper and lower limits of M mode echocardiographic measurements and left ventricular volume and mass from infancy to early adulthood / F.U. Huwez, A.B. Houston, J. Watson, S. McLaughlin [et al.] // Br. Heart J. – 1994. – Vol.72. – P.276-280.
6. Role of left ventricular mass/volume ratio on transmitral flow velocity patterns from infancy to childhood / K. Harada, T. Suzuki, K. Shimada, G. Takada // Inter. J. Cardiology.-1996.-Vol.63.- P.9-14.