

**РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЙНИХ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ /
RESULTS THESIS AND SCIENTIFIC - RESEARCH**УДК 616.12-008.28-073:612.22-073.763.5-053.31
DOI: 10.24061/2413-4260.VIII.4.30.2018.4КАРДІОЛОГІЧНІ «ЗНАХІДКИ»
У АСИМПТОМАТИЧНИХ ДОНОШЕНИХ
НОВОНАРОДЖЕНИХ ДІТЕЙ**В.А. Шелевицька***, **І.В. Шелевицький****,
Т.К. Мавропуло*

Державний заклад «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» *
(м. Дніпро, Україна)
Криворізький економічний інститут Державного вищого навчального закладу** «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»
(м. Кривий Ріг, Україна)

Резюме: Клінічне обстеження є основним у виявленні патології серця у новонароджених дітей. Чутливість оцінки серцевих шумів у діагностиці вроджених вад складає до 88%. Але виявлення шуму носить досить суб'єктивний характер і залежить від майстерності та досвіду лікаря. Суттєво розширяє можливості аускультативної у діагностиці структурних аномалій серця використання електронного стетоскопу з одночасним цифровим записом серцевих звуків та їх комп'ютерним аналізом.

Мета. Вивчення структури ехокардіографічних симптомів у клінічно здорових доношених новонароджених дітей в співставленні з даними електронної аускультативної.

Матеріали і методи. Обстежені 195 здорових доношених дітей, у яких пренатально не було виявлено будь-яких структурних особливостей серця та великих судин. Не визначалися будь-які патологічні зміни при традиційній аускультативній після народження. Протягом перших 5-ти діб життя була проведена доплерехокардіографія, диференційована пульсоксиметрія та електронна аускультативна. Аналіз отриманих фонокардіограм здійснювався за допомогою комп'ютерної програми «Hearttone-D» з аналізом 17 параметрів I і II тону та 16 параметрів проміжків між тонами у п'яти стандартних точках вислуховування.

Результати. При проведенні доплерехографічного дослідження у всіх дітей було виявлено функціонує овальне вікно з розміром від 2 до 4,5 мм. Виявлено 5 дітей (2,6 %) із дефектами міжшлуночкової перетинки малих розмірів. Ознаки відкритої артеріальної протоки (ВАП) протягом періоду спостереження виявлялись у 54 (27,6%) новонароджених. Показники пульсоксиметрії новонароджених знаходилися у межах 96-99%.

Для комп'ютерного аналізу було відібрано 27 фонокардіограм новонароджених дітей із ВАП та 28 фонокардіограм новонароджених, у яких артеріальна протока на момент дослідження не функціонувала. Критерій включення – розміри функціонуючого овального вікна 2,5-3,0 мм, відсутність будь-яких структурних аномалій серця, якість запису фонокардіограми (відсутність сторонніх звуків). Найбільша статистично значима різниця між параметрами аудіограм (максимальна амплітуда I тону, середнє значення II тону, середній модуль амплітуди на першому проміжку, середній модуль амплітуди в останній чверті другого проміжку, ширина другого проміжку) реєструвалась у II точці вислуховування.

Висновки. Клінічно «німа» на момент обстеження ВАП виявляється при електронній аускультативній і з найвищою статистичною значущістю характеризується параметрами, зареєстрованими у II точці вислуховування.

Ключові слова: новонароджені; шуми серця; електронна аускультативна; комп'ютерний аналіз; ехокардіографія.

Вступ

Клінічне обстеження, незважаючи на наявність численних інструментальних методів діагностики, є основним у виявленні патології серця у новонароджених дітей. Однак, клінічний скринінг виявляє далеко не всі вроджені вади серця, чутливість оцінки серцевих шумів у діагностиці вроджених вад складає до 88% у випадку, коли реєструються гучні, пансистолічні, діастолічні або безперервні шуми [1,2,3].

До третини новонароджених дітей у перші дні життя можуть мати серцеві шуми, але менш ніж 1% із них мають вроджену ваду серця. Згідно інших даних, кардіологічні симптоми можуть виявлятися у 10% тих дітей, які мали серцеві шуми в ранньому неонатальному періоді [4,5,6]. Більшість цих шумів виникають внаслідок турбулентних потоків при гемодинамічних змінах, характерних для перехідної циркуляції і спонтанно зникають. Такі шуми вважають «фізіологічними». І навпаки, шум може бути єдиним серйозним

проявом вродженої вади серця. Виявлення шуму носить досить суб'єктивний характер і залежить від майстерності та досвіду експерта. Серцевий шум характеризується відношенням до серцевого циклу, місцем вислуховування, формою, якістю, висотою, інтенсивністю. Задача неонатолога – не тільки зареєструвати, а й оцінити шум [2].

Більша частина фізіологічних шумів є вторинними при стенозі гілок легеневої артерії, трикуспідальній регургітації та відкритій артеріальній протоці (ВАП) [7].

У доношених новонароджених дітей в фізіологічних умовах функціональне закриття артеріальної протоки відбувається незабаром після народження, однак різні патологічні ситуації потенційно можуть призвести до затримки закриття протоки, провокуючи нестабільність стану дитини внаслідок шунтування крові з аорти в легеневу артерію, посилення легеневого кровотоку, і, потенційно, застійної серцевої недостатності. ВАП розглядається як можлива причина дихальних розладів, апное, внутрішньошлуночкових крововили-

вів. На відміну від недоношених новонароджених, клінічна значимість ВАП у доношених дітей мало вивчена. ВАП протягом 48 годин життя діагностується у 62% новонароджених дітей, які перенесли асфіксію при народженні. ВАП, особливо середніх та великих розмірів, є додатковим фактором, який викликає міокардіальну дисфункцію та легеневу гіпертензію. ВАП у доношених немовлят, який зберігається після першого тижня життя, асоціюється з вродженою вадою серця [8-10].

Серед всіх методів діагностики, які використовуються для діагностики ВАП, «золотим стандартом» є двомірна ехокардіографія із кольоровою доплерометрією [11, 12]. Однак, вона не завжди є доступною, особливо у країнах із обмеженими можливостями. Окрім того, одне ультразвукове дослідження може дати лише тимчасову інформацію про гемодинамічний статус, який постійно змінюється протягом перехідного періоду. У ВАП є певні аускультативні особливості, але вона може й не мати будь-яких аускультативних проявів (у 11%). Це група так званих німих, або «тихих» потоків [13]. Суттєво розширяє можливості аускультативної діагностики структурних аномалій серця використання електронного стетоскопу, з одночасним цифровим записом серцевих звуків та їх аналізом [14,15].

Тож, метою роботи було вивчення структури ехокардіографічних симптомів у клінічно здорових доношених новонароджених дітей в співставленні з даними електронної аускультативної.

Матеріали і методи

На першому етапі роботи було проведено клініко-ехокардіографічне обстеження 195 здорових доношених дітей, у яких пренатально не було виявлено будь-яких структурних аномалій серця та великих судин. Не визначалися будь-які патологічні зміни при традиційній щоденній аускультативній серця після народження.

За ваговою категорією новонароджені розподілилися наступним чином: 2000-2499 г – 4 дитини (2%), 2500-2999 г - 34 (17,4%), 3000-3499 г - 73 (37,4%), 3500-3999 г - 61 (31,2%), 4000 г та більше - 23 (11,8%).

Протягом перших 5-ти діб життя була проведена доплерехокардіографія. В перші 24 години життя були обстежені 25 дітей (12,8%), в 24-48 годин – 90 (46,2%), в 48-72 годин - 55 (28,2%), після 72 годин

– 25 дітей (12,8%). Більшість дітей були обстежені в 24-72 години життя (73,4 %). Доплерехокардіографія виконувалась ультразвуковим сканером Z.ONE.Ultra фірми ZONARE за уніфікованою методикою. Разом проводилася диференційована пульсоксиметрія пульсоксиметром UTAS OXY200.

Паралельно проводилася електронна аускультативна серця та запис серцевих звуків. Процедура здійснювалася під час сну, або за умови відсутності крику та підвищеної рухливості дитини. Для запису аудіограм використовувався цифровий стетоскоп Thinklabs Model ds32a+ у режимі підсилення звуку та звуженого сектора вислуховування, із акустичним контролем через навушники стетоскопу. Запис звуку здійснювався на цифровий диктофон Sony-ICD-UX71. Аускультативна проводилася у 5 стандартних точках. Тривалість запису у кожній точці становила біля 5 секунд для отримання біля 10 серцевих циклів.

Аналіз отриманих фонокардіограм здійснювався за допомогою комп'ютерної програми «Hearttone-D» і складався із декількох етапів [16]. Перший етап – виділення стабільних фрагментів в точках запису. Фрагменти мають включати не менше 5-6-ти серцевих циклів, вибір серцевих циклів відбувається автоматично (можливий аналіз і одного-двох серцевих циклів). Другий етап – автоматичне виявлення тонів серця у фрагментах. Третій етап – розрахунок і оцінка параметрів серцевих тонів після їх ідентифікації. Для аналізу тонів здійснювався пошук точок максимуму, мінімуму, перетину нульового рівня й точок перелому (рис. 1) й виділялись: ширина I тону (s1_width); енергія I тону (s1_energy); середні значення всіх максимумів I тону (s1_a_max), мінімумів I тону (s1_a_min); максимальне по модулю значення I тону та його положення (s1_max_a, s1_max_t); асиметрія положення максимуму відносно ширини I тону (s1_skewnes); кількість переломів, максимумів, мінімумів, нулів I тону (s1_n_broken, s1_n_max, s1_n_min, s1_n_zero); середні значення відстані між максимумами, мінімумами, нулями I тону (s1_mean_dt_max, s1_mean_dt_min, s1_mean_dt_zero); середньоквадратичне відхилення відстані між максимумами, мінімумами, нулями I тону (s1_std_dt_max, s1_std_dt_min, s1_std_dt_zero). Такі ж параметри виділялись для другого тону – s2.

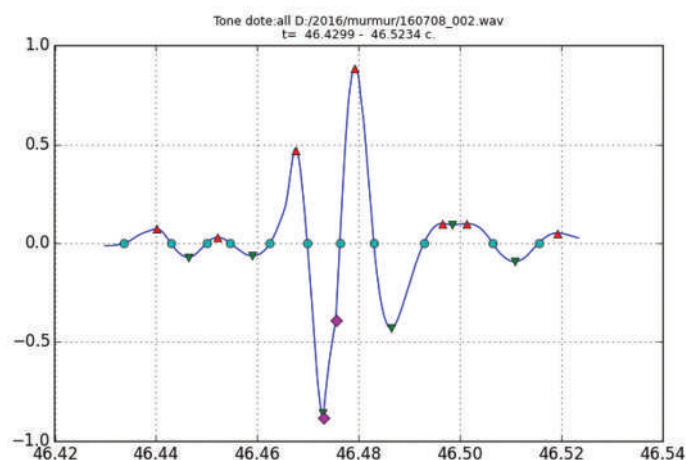


Рис.1. Особливі точки аналізу фоніокардіограми тону серця: кружки - нулі, ромби - переломи, трикутник вгору - максимум, трикутник вниз - мінімум

Для аналізу наявності чи відсутності шуму між тонами проміжок між тонами поділено на чотири рівних фрагменти з визначенням певних параметрів окремо на кожному. Позначення проміжку між першим і другим тонами – $m1$, між другим і першим – $m2$. Використовувалися такі параметри, як ширина проміжку: $m1_width$; $m2_width$; сумарна зважена енергія на проміжку $m1_energy$, $m2_energy$; сумарна зважена енергія на фрагментах $m1_en_1/4$, $m2_en_1/4$, $m1_en_2/4$, $m2_en_2/4$, $m1_en_3/4$, $m2_en_3/4$, $m1_en_4/4$, $m2_en_4/4$; кількість нулів $m1_n_zero$, $m2_n_zero$; частота нулів $m1_frq_zero$ частота, $m2_frq_zero$; середні значення модуля амплітуд $m1_mean$, $m2_mean$, $m1_mean_1/4$, $m2_mean_1/4$, $m1_mean_2/4$, $m2_mean_2/4$, $m1_mean_3/4$, $m2_mean_3/4$, $m1_mean_4/4$, $m2_mean_4/4$. Огинаюча модуля амплітуд апроксимується ква-

дратичним поліномом оцінюючи внесок константи $m1_a0$, $m2_a0$; прямої $m1_a1$, $m2_a1$; параболи $m1_a2$, $m2_a2$ (рис.2).

Результати і їх обговорення

До моменту виписки із пологового будинку діти мали задовільний клінічний стан. При рутинному клінічному обстеженні не виявлялись будь-які ознаки гемодинамічних порушень.

Показники пульсоксиметрії новонароджених знаходилися у межах 96-99%. При проведенні доплерографічного дослідження у всіх дітей було виявлене функціонуюче овальне вікно. Розмір потоку становив: $\leq 2,5$ мм – у 41 дитини (21,2%), ≤ 3 мм – у 97 (50,2%), $\leq 3,5$ мм – у 38 (19,6%), ≤ 4 мм – у 16 (8,2%), більше 4 мм – у 1 (0,52%).

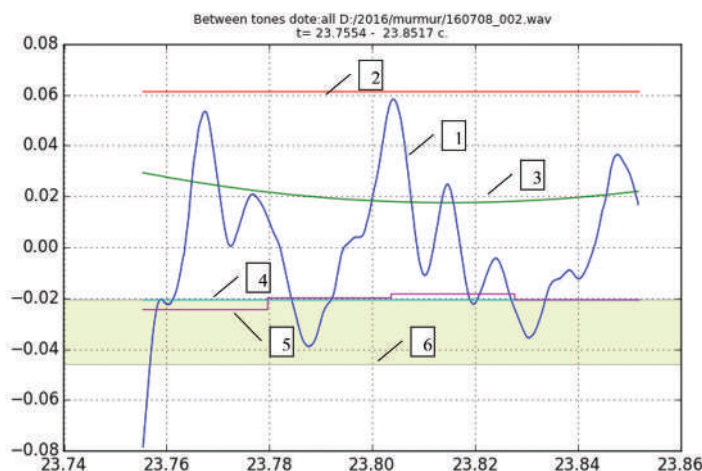


Рис.1. Параметри фонокардіограми проміжку між тонами (1 - аудіограма, 2 - середня енергія, 3-парабола модуля огинаючої, 4 - середня амплітуда, 5 - середня амплітуда в четвертях, 6 – середньсвадратичне відхилення модуля амплітуд)

Серед усіх обстежених дітей виявлено 5 дітей (2,6%) із дефектами міжшлункової перетинки малих розмірів, у однієї із них функціонувала артеріальна протока (дитина була обстежена на 12 годині життя). Не виявлялись достовірні ознаки прискорення кровотоку трикуспідального та пульмонального клапанів, дилатації правих відділів серця в порівнянні з віковими нормативами.

Ознаки ВАП протягом періоду спостереження виявлялись у 54 (27,6%) новонароджених: на першу добу у 16 (68%) новонароджених цього віку, на другу добу – у 23 (25,5%), третю – 9 (16,9%), після третьої доби – 5 (20%) у 2 із яких протока продовжувала функціонувати після 6 місяця життя. Відмічається відсутність достовірної відмінності частоти виявлення ВАП на другу-третю добу ($p > 0,05$, підрахунок критерію Фішера). Функціонуюча артеріальна протока на момент обстеження за доплерокардіографічними ознаками характеризувалась як гемодинамічно незначуща.

Зважаючи на представлені дані, а саме частоту виявлення ВАП, наступним етапом роботи було дослідження діагностичної значущості комп'ютерного аналізу серцевих звуків у цих пацієнтів. Для комп'ютерного аналізу було відібрано 27 фонокардіограм новонароджених дітей із ВАП та 28 фонокардіограм новонароджених, у яких артеріальна протока на момент дослідження не функціонувала. Критерій включення – розміри функціонуючого овального вікна

2,5-3,0 мм, відсутність будь-яких структурних аномалій серця, якість запису фонокардіограм (відсутність сторонніх звуків).

Статистична обробка даних проводилась шляхом визначення відмінностей параметрів із застосуванням двовибіркового t критерію Стьюдента після попередньої перевірки нормальності розподілу. У таблиці 1 показано різницю у значеннях параметрів для групи без ВАП та із ВАП та відповідні значення t критерію.

В цілому спостерігається досить складна картина відмінностей, статистично значимими різниці спостерігаються в амплітудах тонів, амплітудах проміжків та ширині другого проміжку. З метою клінічної інтерпретації отриманих даних параметрів фонокардіограм було застосовано класифікацію методом опорних векторів (support vector machines, SVM). Для налаштування методу опорних векторів використано методи машинного навчання пакету scikit-learn. При виборі параметрів для класифікації орієнтувалися на максимальне значення критерію Стьюдента. Тому були обрані параметри серцевих звуків у другій точці вислуховування. Це параметри I і II тону – $s1_max_a$ (максимальна амплітуда I тону), $s2_a_min$ (середнє значення II тону), параметри проміжків між тонами $m1_mean$ (середній модуль амплітуди на першому проміжку), $m2_mean$ 4/4 (середній модуль амплітуди в останній четверті другого проміжку), $m2_width$ (ширина другого проміжку). Навчання алгоритму відбува-

лося на навчальній вибірці, яка включала 128 періодів серцевих звуків у другій точці без ВАП і 138 періодів з ВАП. Для оцінки характеристик точності методу застосовано дев'ятикратну перевірку перехресним методом з випадковим поділом вибірки на 20 клас-

терів. В підсумку отримано SVC класифікатор з наступними статистичними характеристиками: точність (accuracy: ACC) 87,9% $\sigma=1,1\%$, чутливість (sensitivity or true positive rate: TPR) 83,3% $\sigma=1,6\%$, специфічність (specificity or true negative rate: TNR) 91,0% $\sigma=1,3\%$.

Таблиця 1

Різниця між середніми значеннями параметрів (Δm) фонокардіограми новонароджених без ВАП і з ВАП та значення t критерія Стюдента

Проміжки	Точка вислуховання	одиниці	1		2		3		4		5	
			Δm	t	Δm	t	Δm	t	Δm	t	Δm	t
s1	s1 a max		0,080	4,29	0,150	9,36	0,184	7,97	0,181	7,80	0,190	8,33
	s1 a min		-0,061	2,50	-0,164	9,19	-0,201	8,54	-0,166	6,44	-0,202	7,92
	s1 energy		0,329	1,79	0,735	6,50	1,076	6,59	1,364	6,05	1,518	7,92
	s1 max a		0,092	3,25	0,175	9,50	0,213	8,50	0,185	7,06	0,223	9,13
	s1 max t	mc	1,019	4,91	-0,170	0,19	-0,827	0,81	-0,021	0,02	-2,767	2,86
	s1 mean dt	mc	0,240	1,40	0,116	0,37	-0,094	0,38	-0,390	1,18	-0,034	0,12
	s1 mean dt	mc	0,189	0,87	0,055	0,17	0,062	0,24	-0,290	0,87	-0,103	0,36
	s1 mean dt	mc	0,128	3,92	-0,220	0,96	-0,136	0,81	-0,081	0,46	-0,216	1,16
	s1 n broken		-0,101	2,61	0,319	3,84	0,641	3,39	0,358	1,41	-0,072	0,29
	s1 n max		-0,311	3,41	0,065	0,20	-0,478	1,44	0,373	1,03	-0,535	1,66
	s1 n min		-0,319	3,78	-0,006	0,02	-0,306	0,92	0,342	0,94	-0,542	1,67
	s1 n zero		0,062	2,22	0,167	0,50	-0,309	1,00	0,329	1,04	-0,414	1,48
	s1 skewnes		0,026	0,90	0,008	0,46	0,010	0,52	-0,018	1,01	-0,027	1,42
	s1 std dt m	mc	0,099	3,55	-0,026	0,12	-0,185	1,02	-0,183	0,98	-0,741	3,88
	s1 std dt m	mc	0,132	4,29	-0,087	0,41	0,119	0,72	-0,117	0,64	-0,518	2,99
	s1 std dt ze	mc	0,364	2,61	0,037	0,25	-0,094	0,87	0,184	1,84	0,004	0,03
s1 width	mc	0,778	5,83	0,463	0,25	-3,196	1,84	1,514	0,86	-3,992	2,38	
m1	m1 a0		0,002	2,60	0,013	8,18	0,010	6,17	0,007	5,14	0,007	3,53
	m1 a1		0,019	0,88	-0,098	3,72	-0,097	2,73	-0,084	2,70	-0,026	0,62
	m1 a2		-0,171	0,21	0,496	3,14	0,748	2,82	0,658	2,52	0,251	0,99
	m1 en 1/4		4,248	3,18	36,862	5,11	21,660	4,77	10,171	4,15	25,821	2,68
	m1 en 2/4		6,846	1,97	20,268	4,73	14,423	5,39	7,391	4,27	22,555	2,49
	m1 en 3/4		4,324	1,51	23,185	5,64	14,515	6,09	7,034	4,29	24,059	3,33
	m1 en 4/4		-3,387	1,69	27,357	5,79	19,467	4,04	11,013	4,45	18,105	3,91
	m1 energ(m)		12,03	2,59	107,69	6,45	70,07	6,34	35,62	5,27	90,60	3,90
	m1 frq zero	Гц	15,17	5,94	-22,25	0,90	18,46	1,37	15,90	2,04	9,14	1,38
	m1 mean		0,002	1,65	0,009	9,17	0,008	8,23	0,005	6,03	0,007	4,96
	m1 mean 1/4		0,002	2,58	0,011	8,81	0,009	6,96	0,005	5,49	0,007	3,87
	m1 mean 2/4		0,003	1,51	0,008	7,54	0,007	7,05	0,004	5,76	0,006	4,39
	m1 mean 3/4		0,002	0,62	0,009	7,94	0,007	7,82	0,004	5,47	0,007	4,29
	m1 mean 4/4		0,001	1,06	0,009	7,78	0,008	6,95	0,005	5,12	0,007	4,78
	m1 n zero		4,989	1,84	-3,754	0,71	2,270	0,82	3,739	1,66	1,636	1,10
	m1 width	mc	10,98	8,34	9,283	1,33	-4,638	0,70	-0,862	0,14	-1,755	0,33
s2	s2 a max		0,069	6,68	0,105	4,67	0,157	7,17	0,153	6,65	0,214	7,31
	s2 a min		-0,097	4,21	-0,143	6,28	-0,171	7,48	-0,126	5,80	-0,199	6,66
	s2 energy		0,604	3,72	0,937	4,20	1,222	6,57	1,177	4,95	2,858	7,12
	s2 max a		0,098	5,18	0,140	5,91	0,196	8,12	0,171	7,06	0,227	7,39
	s2 max t	mc	-1,535	1,29	-0,002	1,17	-0,002	1,50	-0,001	0,84	0,000	0,01
	s2 mean dt	mc	0,088	3,29	0,456	0,93	0,050	0,14	-0,478	1,30	1,137	3,16
	s2 mean dt	mc	0,256	3,00	0,609	1,25	-0,238	0,64	-0,272	0,75	1,610	4,23
	s2 mean dt	mc	0,659	4,84	-0,365	1,28	0,358	1,52	0,258	1,19	-0,040	0,17
s2 n broken		-0,080	3,18	0,184	1,26	0,205	1,15	0,207	1,00	0,979	2,80	

	s2_n_max		-0,202	0,23	-0,580	0,73	0,768	1,86	0,863	2,26	-0,919	2,76
	s2_n_min		-0,097	0,56	-0,632	0,79	0,789	1,85	0,741	1,89	-0,768	2,21
	s2_n_zero		-0,408	3,69	-0,730	0,60	0,562	1,23	-0,080	0,29	0,715	2,67
	s2_skewnes		-0,024	0,71	-0,039	2,17	-0,050	2,41	-0,017	1,11	-0,013	0,80
	s2_std_dt_ma	mc	0,144	3,10	0,023	0,10	0,215	1,05	-0,501	2,39	-0,035	0,16
	s2_std_dt_mi	mc	0,237	2,61	-0,140	0,59	0,224	1,04	-0,180	0,82	0,274	1,21
	s2_std_dt_zer	mc	0,039	0,23	0,186	1,27	0,506	4,02	0,043	0,37	0,226	1,77
	s2_width	mc	1,331	3,17	1,234	0,41	3,974	1,76	2,014	1,12	4,430	2,02
m2	m2_a0		0,005	0,19	0,010	6,78	0,013	8,63	0,007	5,50	0,012	5,93
	m2_a1		-0,050	0,43	-0,035	0,92	-0,127	3,39	-0,065	1,67	-0,176	3,31
	m2_a2		0,189	0,19	0,287	0,87	0,528	1,75	0,402	1,25	1,095	2,40
	m2_en 1/4		16,29	0,55	16,553	5,10	31,848	2,62	8,594	5,20	24,603	4,50
	m2_en 2/4		9,496	0,16	-6,410	0,45	16,372	3,48	3,906	2,38	15,048	1,78
	m2_en 3/4		-0,169	0,11	15,904	5,01	12,969	3,32	6,341	2,01	10,485	2,78
	m2_en 4/4		3,302	2,64	13,624	6,03	9,310	4,12	4,681	4,13	11,884	2,69
	m2_energy(m)		28,97	0,29	39,680	2,28	70,510	3,57	23,531	4,11	62,031	3,87
	m2_frq_zero	Гц	2,243	6,93	-33,57	1,30	16,001	0,76	8,934	1,04	-0,863	0,12
	m2_mean		0,003	1,47	0,009	8,39	0,008	7,41	0,005	6,18	0,007	5,56
	m2_mean 1/4		0,005	0,31	0,010	7,86	0,011	8,31	0,006	6,27	0,011	6,15
	m2_mean 2/4		0,003	1,28	0,007	4,70	0,007	6,00	0,004	4,64	0,006	3,98
	m2_mean 3/4		0,003	1,27	0,010	8,17	0,006	5,39	0,005	4,98	0,006	4,40
	m2_mean 4/4		0,002	2,98	0,009	8,49	0,006	5,91	0,004	5,50	0,006	4,11
	m2_n_zero		-1,451	6,21	-9,840	1,69	-0,081	0,02	0,810	0,56	-1,191	0,92
	m2_width	mc	-10,03	1,54	-17,216	3,68	-14,854	3,34	-4,234	0,83	-5,057	1,08

Примітка. Статистично значимі різниці між параметрами у точках вислуховання виділені: кольором - значення *t* критерія Стьюдента, де ймовірність помилки першого роду менша за 0,05; жирним шрифтом - значення, де ймовірність помилки другого роду менша за 0,001.

Висновки

При проведенні ехокардіографічного обстеження асимптоматичних доношених новонароджених дітей протягом перших п'яти діб життя ознаки вродженої вади серця (дефекти міжшлункової перетинки) виявлені у 5 дітей (2,6 %).

Ознаки ВАП протягом періоду спостереження виявлялись у 54 (27,6%) новонароджених: на першу добу у 68% новонароджених цього віку. На другу-п'яту добу ВАП реєструвалась у 22% немовлят, причому до 1,2 % з них мали ознаки ВАП, які реєструвались до 6-місячного віку.

Метод комп'ютерного аналізу серцевих звуків (фонокардіограм, отриманих за допомогою електронного стетоскопу) показав, що наявність «клінічно німої» на момент обстеження ВАП з найвищою статистичною значущістю характеризується параметрами, зареєстрованими у II точці вислуховування: s1_max_a (максимальна амплітуда I тону), s2_a_min (середнє значення II тону), m1_mean (середній модуль амплітуди на першому

проміжку) m2_mean 4/4 (середній модуль амплітуди в останній чверті другого проміжку). Ці особливості є відмінними від «традиційної аускультативної характеристики» ВАП [4].

Перспективи подальших досліджень

Незважаючи на те, що «асимптоматична» ВАП лише в незначній кількості випадків може створювати суттєві гемодинамічні ефекти, наступним етапом роботи повинна бути розробка клінічно значущих скринінгових механізмів використання методу електронної аускультативної діагностики ВАП у дітей перед випискою з полового будинку.

Конфлікт інтересів: Автори не заявляли будь-якого конфлікту інтересів.

Фінансова підтримка. Дослідження виконано за грантової підтримки Grand Challenges Canada.

Література

- Daniels SR. Heart murmurs in neonates. J Pediatr [Internet]. 2009[cited 2018 Sep 25];154(1):A2. Available from: [https://www.jpeds.com/article/S0022-3476\(08\)00989-X/pdf](https://www.jpeds.com/article/S0022-3476(08)00989-X/pdf) doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2008.11.021>.
- Mannarinao S, Codazzia AC, Dioufb A, Falconeb R, Chiapedib S. The neonatal heart murmur. Early Human Development. 2013;89(4):37-8.
- Mackie AS, Jutras LC, Dances AB, Rohlicek CV, Platt R, Béland MJ. Can cardiologists distinguish innocent from pathologic murmurs in neonates? J Pediatr [Internet]. 2009 cited 2018 Sep 28];154(1):50-4.e1. Available from: [https://www.jpeds.com/article/S0022-3476\(08\)00515-5/fulltext](https://www.jpeds.com/article/S0022-3476(08)00515-5/fulltext) doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2008.06.017>.
- Manning D, Paweletz A, Robertson JL. Management of asymptomatic heart murmurs in infants and children. Paediatrics and Child Health. 2009;19(1):25-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.paed.2008.09.011>.

5. Gladman G. Management of asymptomatic heart murmurs. Paediatrics and Child Health. 2013;23(2):64-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.paed.2012.08.004>.
6. Niccolls C. Examination of the newborn: The innocent heart murmur. Journal of Neonatal Nursing. 2009;15(2):38-46. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnn.2008.09.002>.
7. Wyllie JP, Gupta S. Prophylactic and early targeted treatment of patent ductus arteriosus. Semin Fetal Neonatal Med. 2018;23(4):250-4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.siny.2018.03.005>.
8. Lin YC, Huang HR, Lien R, Yang PH, Su WJ, Chung HT, et al. Management of patent ductus arteriosus in term or near-term neonates with respiratory distress. Pediatr Neonatol. 2010;51(3):160-5. doi: [https://doi.org/10.1016/S1875-9572\(10\)60030-7](https://doi.org/10.1016/S1875-9572(10)60030-7).
9. Shahidi M, Evazi G, Afkhamzadeh A. Echocardiographic evaluation of cardiovascular complications after birth asphyxia in term neonates. Pak J Med Sci. 2017;33(5):1220-4. doi: <https://doi.org/10.12669/pjms.335.12849>.
10. Dice JE, Bhatia J. Patent ductus arteriosus: an overview. J Pediatr Pharmacol Ther. 2007;12(3):138-46. doi: <https://doi.org/10.5863/1551-6776-12.3.138>.
11. Bhat R, Das UG. Management of patent ductus arteriosus in premature infants. Indian J Pediatr. 2015;82(1):53-60. doi: <https://doi.org/10.1007/s12098-014-1646-6>.
12. Evans N, Malcolm G, Osborn D, Kluckow M. Diagnosis of patent ductus arteriosus in preterm infants. Neo Rev [Internet]. 2004[cited 2018 Sep 25];5(3):e86-e97. Available from: <http://neoreviews.aappublications.org/content/neoreviews/5/3/e86.full.pdf> doi: <http://dx.doi.org/10.1542/neo.5-3-e86>.
13. Ellison RC, Peckham GJ, Lang P, Talner NS, Lerer TJ, Lin L, et al. Evaluation of the preterm infant for patent ductus arteriosus. Pediatrics. 1983;71(3):364-72.
14. Lai LS, Redington AN, Reinisch AJ, Unterberger MJ, Schrieffl AJ. Computerized automatic diagnosis of innocent and pathologic murmurs in pediatrics: a pilot study. Congenit Heart Dis. 2016;11(5):386-95. doi: <https://doi.org/10.1111/chd.12328>.
15. Pyles L, Hemmati P, Pan J, Yu X, Liu K, Wang J, et al. Initial field test of a cloud-based cardiac auscultation system to determine murmur etiology in Rural China. Pediatr Cardiol. 2017;38(4):656-62. doi: <https://doi.org/10.1007/s00246-016-1563-8>.
16. Шелевицький ІВ, Шелевицька ВА, Семенов БС. Частотно-часовий аналіз серцевих звуків у сплайнових базах. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Інформаційні системи та мережі. 2016;854(1):170-7. (in Ukrainian).

**КАРДИОЛОГИЧЕСКИЕ «НАХОДКИ»
У БЕССИМПТОМНЫХ ДОНОШЕННЫХ
НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ**

В. А. Шелевицкая, И. В. Шелевицкий**,
Т. К. Мавропуло**

Государственное учреждение «Днепропетровская
медицинская академия МЗ Украины»*
(Днипро, Украина),
Криворожский экономический институт
Государственного высшего учебного заведения
«Киевский национальный экономический
университет имени Вадима Гетьмана» **
(Кривой Рог, Украина)

Резюме. Клиническое обследование является основным в диагностике патологии сердца у новорожденных детей. Чувствительность оценки сердечных шумов в диагностике врожденных пороков составляет до 88%. Однако выявление шума носит весьма субъективный характер и зависит от мастерства и опыта врача. Существенно расширяет возможности аускультации в диагностике структурных аномалий сердца использование электронного стетоскопа, с одновременным цифровой записью сердечных звуков и их компьютерным анализом.

Цель. Изучение структуры эхокардиографических симптомов у клинически здоровых доношенных новорожденных детей в сопоставлении с данными электронной аускультации.

Материалы и методы. Обследованы 195 здоровых доношенных детей, у которых пренатально не было выявлено каких-либо структурных особенностей сердца и крупных сосудов. Не определялись патологические изменения при традиционной аускультации после рождения. В течение первых 5-ти суток жизни была проведе-

**CARDIOLOGICAL «PATTERNS»
IN TERM NEWBORN WITH
NO SYMPTOMS**

V.A.Shelevytska, I.V.Shelevytsky**,
T.K.Mavropulo**

SI «Dnipropetrovs'k
Medical Academy
of Ministry of health of Ukraine» *
(Dnipro, Ukraine)
Kryvyi Rih economycal institute of
«Kyiv state natinal economical
university of Vadim Getman» **
(Krivyi Rih, Ukraine)

Summary. Clinical examination is essential for detection of cardiac pathology in term newborns. Sensitivity of cardiac noise estimation for diagnostics of congenital malformations is up to 88%. Detection of murmurs is quite subjective and depends on the skill and experience of the doctor. Usage of an electronic stethoscope with combination of digital recording of cardiac sounds and computer analysis significantly expands the possibilities of auscultation in the diagnostics of structural heart anomalies diagnostics.

Purpose. Study of the structure of echocardiographic symptoms in clinically healthy newborns in comparison with the electronic auscultation analysis data.

Materials and methods. A total of 195 healthy term newborns were examined, in which no structural features in the heart and large vessels were prenatally found. No pathological changes were identified with the traditional auscultation after birth. During the first 5 days of life, doppler echocardiography, differential pulse-oximetry, electronic auscultation were performed. The analysis of the received

на доплерэхокардиографія, дифференційована пульсоксиметрія, електронна аускультация. Аналіз отриманих фонокардіограмм здійснювався з допомогою комп'ютерної програми «Hearttone-D» з аналізом 17 параметрів I і II тона і 16 параметрів проміжків між тонами в п'яти стандартних точках вислушування.

Результати. При проведенні доплерехографічного дослідження у всіх дітей було виявлено функціонуюче овальне вікно розміром від 2 до 4,5 мм. Виявлено 5 дітей (2,6%) з дефектами міжшлункової перегородки малих розмірів. Признаки відкритого артеріального протока (ОАП) були виявлені у 54 (27,6%) новонароджених. Для комп'ютерного аналізу було обрано 27 фонокардіограмм новонароджених дітей з ОАП і 28 фонокардіограмм новонароджених, у яких артеріальний проток на момент дослідження не функціонував. Критерій включення - розміри овального вікна 2,5-3,0 мм, відсутність яких-небудь структурних аномалій серця, якість запису фонокардіограми (відсутність сторонніх звуків). Найбільша статистички значима різниця між параметрами аудіограмм (максимальна амплітуда I тона, середнє значення II тона, середній модуль амплітуди на першій проміжці, середній модуль амплітуди в останній чверті другої проміжці, ширина другої проміжці) реєструвалася в II точці вислушування.

Висновки. Клинічно «немий» на момент дослідження ОАП виявляється при електронній аускультации і з найвищою статистичкою значимістю характеризується параметрами, зареєстрованими в II точці вислушування.

Ключові слова: новонароджені; серцеві шуми; електронна аускультация; комп'ютерний аналіз; ехокардіографія.

Контактна інформація:

Мавропуло Тетяна Карлівна - доктор медичних наук, професор, професор кафедри педіатрії та неонатології ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» (м. Дніпро, Україна).

Контактна адреса: вул. Володарського, 125, м. Дніпро, 49037, Україна

Контактний телефон: +38 (050) 321 42 08
e-mail: mavropulotk@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9351-3080>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/U-5631-2017>

Контактна інформація:

Мавропуло Тетяна Карлівна - доктор медичних наук, професор, професор кафедри педіатрії та неонатології ГУ «Дніпропетровська медична академія МЗ України» (г. Дніпро, Україна).

Контактний адрес: вул. Володарського, 125, г. Дніпропетровськ, 49037, Україна.

Контактний телефон: +38 (050) 321 42 08
e-mail: mavropulotk@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9351-3080>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/U-5631-2017>

Contact Information:

Mavropulo Tatiana – MD, Professor, Professor of Pediatric and Neonatology Department at the SI «Dnipropetrovsk Medical Academy of Health Ministry of Ukraine» (Dnipro, Ukraine).

Contact address: ul. Volodarsky, 125, Dnepro, 49037, Ukraine.

Contact phone: +38 (050) 321 42 08
e-mail: mavropulotk@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9351-3080>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/U-5631-2017>

phonocardiograms was carried out with the developed computer program "Hearttone-D" with the analysis of 17 parameters of tone I and II and 16 parameters of intervals between tones at five standard listening points.

Results. During the Doppler echocardiography study, all children had a functional oval window measuring from 2.0 to 4.5 mm. In 5 children (2.6%) the small size defects in the interventricular membrane were found. Signs of the PDA during the observation period were found in 54 (27.6%) newborns. Pulse-oximetry results in newborns were within 96-99% range.

For the computer analysis, 27 phonocardiographs of newborns with PDA and 28 neonatal phonocardiograms of newborns with closed ductus arteriosus were selected. The inclusion criterion was the size of a functioning oval window 2.5-3.0 mm, the absence of any structural anomalies of the heart, the quality of recording of the phonocardiograph (no exterior sounds). The largest statistically significant difference between the parameters was observed at the II auscultation point (the maximum amplitude of tone I, the average value of tone II, the average amplitude module in the first interval, the mean amplitude module in the last quarter of the second interval, the width of the second interval).

Conclusions. The presence of clinically undetectable at the time of the PDA is detected by electronic auscultation and the highest statistical significance is characterized by parameters registered in the II point of auscultation.

Keywords: Newborn; Heart Murmurs; Electronic Auscultation; Computer Analysis; Echocardiography.