

УДК: 616.12-008.28-073:612.22-073.763.5-053.31
DOI: 10.24061/2413-4260.VIII.3.29.2018.4ЕЛЕКТРОННА АУСКУЛЬТАЦІЯ:
ПАРАМЕТРИ ФОНОКАРДІОГРАМИ
НОВОНАРОДЖЕНИХ ДІТЕЙ РІЗНОГО
ГЕСТАЦІЙНОГО ВІКУ**В.А Шелевицька**Державний заклад «Дніпропетровська медична
академія МОЗУ»
(м. Дніпро, Україна)

Резюме: Сучасні електронні стетоскопи дозволяють застосовувати аускультацию з одночасною реєстрацією фонокардіограми на записуючий пристрій у новонароджених дітей. Комп'ютерна обробка отриманої фонокардіограми розширює можливості діагностики хвороб серця та станів, пов'язаних із особливостями перехідної гемодинаміки новонароджених дітей. Електронна аускультация із подальшою комп'ютерною обробкою фонокардіограми дозволяє визначитись із її основними параметрами, збільшити кількість та точність їх розрахунку.

Мета. Визначення основних параметрів фонокардіограми та відмінностей між ними у новонароджених дітей різного гестаційного віку.

Матеріали і методи. Обстежено 343 новонароджені дитини з 26 по 41 тиждень гестації при народженні, у яких пренатально та після народження не було виявлено будь-яких структурних особливостей у серці та великих судинах. У групі обстежених дітей не визначалися будь-які патологічні зміни при традиційній аускультации. Електронна аускультация виконувалася цифровим стетоскопом Thinklabs Model ds32a+ у п'яти стандартних точках вислуховування. Запис звуку здійснювався на цифровий диктофон Sony-ICD-UX71. Доплерехокардіографія виконувалась ультразвуковими сканерами Z.ONE.Ultra фірми ZONARE, MyLab 25 Esaote відразу після проведення електронної аускультации. Аналіз отриманих фонокардіограм здійснювався за допомогою розробленої комп'ютерної програми «Hearttone-D». Аналізувалися 9 основних параметрів I і II тону та 9 параметрів проміжків між тонами у п'яти стандартних точках вислуховування.

Результати дослідження. Отримані середні значення показників фонокардіограми 343 новонароджених дітей з 26 по 41 тиждень гестації при народженні та їх відмінності у суміжних за терміном гестації групах. Статистично значимі відмінності у параметрах фонокардіограми новонароджених гестаційним віком 26-28 та 29-31 тижні виявлені у 16 параметрах, 29-31 та 32-34 тижні - у 10 параметрах, 35-36 та 37 - 41 тижні виявлені у 36 параметрах.

Висновки. У параметрах фонокардіограми суміжних за терміном гестації груп недоношених дітей суттєвих відмінностей не виявлено. Виявлені суттєві відмінності між середніми показниками фонокардіограми новонароджених 35-36 тижні гестації та новонародженими 37- 41 тижні гестації (загалом по 36 параметрам).

Ключові слова: електронна аускультация; параметри фонокардіограми; новонароджені різного гестаційного віку.

Вступ

Аускультация, започаткована французьким лікарем Рене Лаенеком, засновником наукової діагностики захворювань пацієнтів («De l'auscultation médiate» 1819), залишається одним із основних методів у діагностиці хвороб серця. Перевагами аускультации є можливість її застосування та інтерпретації біля ліжка хворого. Однак результати значно залежать від професіоналізму та досвіду лікаря, можливостей стетоскопу, який постійно вдосконалювався з часів створення Лаенеком моноаурикулярного стетоскопу у 1816 році. Це і гнучкий біаурикулярний стетоскоп Джорджа Каммана (1835 р), удосконалений фонендоскоп А. Бьянші, Е. Баззі (1894 р), Спрега та Рапапорта (1940 рр).

Значно розширюють можливості аускультации сучасні електронні стетоскопи, у яких одночасно із вислуховуванням відбувається запис серцевих звуків на пристрій, який може візуалізувати звук, представивши його графічно у вигляді фонокардіограми [1]. Можливість проведення запису у місці постійного перебування пацієнту робить метод електронної аускультации особливо привабливим у обстеженні новонароджених дітей різного гестаційного віку.

Електронна аускультация із наступним комп'ютерним аналізом фонокардіограми може бути застосована для діагностики хвороб серця та станів,

пов'язаних із особливостями перехідної гемодинаміки новонароджених дітей [4,5,6,7]. Для об'єктивної оцінки фонокардіограми необхідно визначитись із її основними параметрами. Опубліковані параметри фонокардіограми доношених новонароджених отримані за допомогою традиційної фонокардіографії (фонокардіографом) характеризують частоту серцевих скорочень, тривалість першого та другого тонів, їх інтенсивність, розщеплення тонів, тривалість серцевого циклу, аналіз наявних систолічних, діастолічних шумів [8,9].

Електронна аускультация із подальшою комп'ютерною обробкою фонокардіограми дозволяє збільшити кількість та точність розрахунку параметрів.

Мета

Визначення основних параметрів фонокардіограми та відмінностей між ними у новонароджених дітей різного гестаційного віку.

Матеріали і методи дослідження

Обстежено 343 новонароджені дитини, у яких пренатально та після народження не було виявлено будь-яких структурних особливостей у серці та великих судинах. У групі обстежених дітей не визначалися будь-які патологічні зміни при традиційній аускультации.

За терміном гестації новонароджені розподілилися таким чином: з 26 по 28 тиждень - 15 новонароджених (8 дівчаток, 7 хлопчиків), мінімальна маса тіла у цій групі становила 470 г, максимальна -1300,0, середня маса 930,1;

з 29 по 31 тиждень - 18 дітей (12 дівчаток, 6 хлопчиків), із мінімальною масою 920,0, максимальною - 1930, середньою масою 1367,8;

з 32 по 34 тиждень 23 новонароджених (14 дівчаток, 9 хлопчиків) із мінімальною масою 1380,0, максимальною - 2600,0, середньою масою 2009,1;

з 35 по 36 тиждень - 33 дітей (22 дівчинки, 11 хлопчиків) з мінімальною масою 1900,0, максимальною - 3650,0 середньою масою 2529,4.

Доношені новонароджені з терміном гестації 37- 41 тиждень склали групу із 254 дітей (133 хлопчики, 121 дівчинка), із мінімальною масою 2250,0, максимальною - 5100, середньою масою 3421,0

Електронна аускультатія виконувалася цифровим стетоскопом Thinklabs Model ds32a+ у режимі максимального підсилення звуку та звуженого сектора вислуховування у п'яти стандартних точках вислуховування. Запис звуку здійснювався на цифровий диктофон Sony-ICD-UХ71. Процедура здійснювалася під час сну, або за умови відсутності крику та підвищеної рухливості дитини. Аускультатія проводилася у 5 стандартних точках: Тривалість запису у кожній точці становила біля 10-15 секунд, для отримання 20-30 серцевих циклів.

Доплерехокардіографія виконувалася ультразвуковими сканерами Z.ONE.Ultra фірми ZONARE, My Lab 25 Esaote, за уніфікованою методикою, відразу після проведення електронної аускультатії.

Аналіз отриманих фонокардіограм здійснювався за допомогою розробленої комп'ютерної програми «Hearttone-D» та включав виділення стабільних фрагментів в точках запису, автоматичне виявлення тонів серця у фрагментах, розрахунок і оцінка параметрів серцевих циклів після ідентифікації серцевих тонів [10]. За допомогою програми були розраховані 96 параметрів для одного серцевого циклу (26 параметрів для першого та другого тонів та 22 параметра

для проміжків між першим і другим та другим і першим тоном). Аналізувалися 9 основних параметрів I і II тону та 9 параметрів проміжків між тонами у п'яти стандартних точках вислуховування. Оцінювалися параметри I (s1) та II (s2) тонів: для тонів: ширина тону (width); енергія тону (energy); середні значення всіх максимумів (a_max), мінімумів тону (a_min); максимальне по модулю значення тону та його положення (max_a, max_t); асиметрія положення максимуму відносно ширини (skewnes), кількість перетинів нуля (n_zero). Такі ж параметри виділялись і для другого тону – s2 (Рис.1). Аналіз наявності чи відсутності шуму між тонами проводився по чотирьох рівних фрагментах, на які були поділені проміжки між першим і другим тонами – m1, між другим і першим - m2. Використовувались такі параметри, як ширина проміжку: width; сумарна зважена енергія на проміжку energy; кількість нулів n_zero; частота нулів frq_zero; середні значення модуля амплітуд mean, mean_1/4, mean_1/4, mean_2/4, mean_3/4, mean 4/4 (Рис.2).

Усі новонароджені у терміні гестації до 28 тижнів були пацієнтами відділення інтенсивної терапії, 11 (73,3%) новонароджених під час проведення обстеження потребували проведення штучної вентиляції легень (ШВЛ). У 12 (80%) дітей функціонувала артеріальна протока. У трьох дітей гестаційного віку 28 тижнів протока не функціонувала (діти були обстежені на 5-ту, 6-ту та 10 добу).

Серед новонароджених з терміном гестації при народженні 29-31 тижнів 17 (94,4%) були пацієнтами відділення інтенсивної терапії, 7 (39%) під час обстеження потребували проведення ШВЛ, у 13 (72,2 %) функціонувала артеріальна протока, не функціонувала у п'яти новонароджених: однієї дитини гестаційного віку 31 тиждень (обстежена на 72 годині життя), однієї дитини у терміні гестації 30 тижнів (обстежена на сьому добу життя), двох дітей з терміном гестації 29 тижнів (обстежені на першій добі життя), однієї дитини у терміні гестації 30 тижнів (обстежена на сьому добу життя).

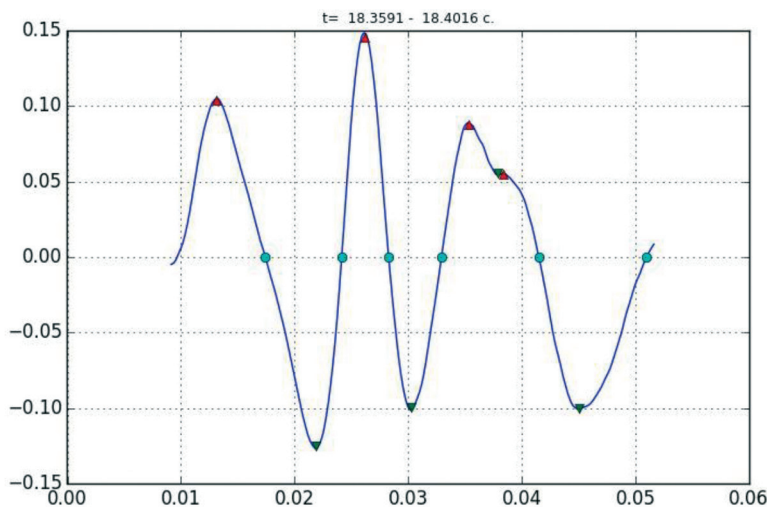


Рис.1 Особливі точки аналізу фонокардіограми тону серця: кружки - нулі, ромби - переломи, трикутник вгору - максимум, трикутник вниз - мінімум

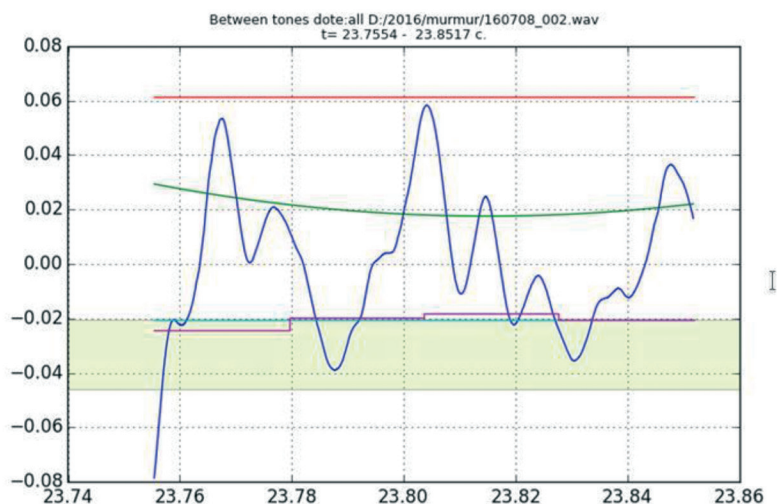


Рис.2 Параметри фонокардіограми проміжку між тонам

Серед новонароджених з терміном гестації при народженні 32-34 тижнів 11(47%) були пацієнтами відділення інтенсивної терапії, 4(17,4%) потребували проведення ШВЛ, у 17(73,9%) функціонувала артеріальна протока. Не функціонувала у 6 (26%) новонароджених: у 4(50%) дітей із терміном гестації 34 тижні (усі діти обстежені протягом перших трьох діб життя), у 2(33,3%) новонароджених з терміном гестації 33 тижні (обстежені на першій та четвертій добі життя).

Серед новонароджених з терміном гестації при народженні 35-36 тижнів 3(9%) були пацієнтами відділення інтенсивної терапії, 2(6%) під час обстеження потребували проведення ШВЛ, у 20(60%) функціонувала артеріальна протока (усі обстежені до четвертої доби життя), не функціонувала у 13 (40%) новонароджених (усі обстежені до четвертої доби життя).

Серед доношених новонароджених з терміном гестації при народженні 37-41 тиждень 2 (0,7%) новонароджених дітей були пацієнтами відділення інтенсивної терапії, 2 (0,7%) під час обстеження потребували проведення ШВЛ. Артеріальна протока функціонувала у 98 (38,5%) новонароджених (у 27 (27,5%) на першу добу життя, 42 (42,8%) на другу добу, 18 (18,3%) на третю добу, 7 (7,1%) на четверту добу, 2 (2%) на п'яту добу, 2 (2%) на шосту добу. У 156 (61,4%) новонароджених відбулося функціональне закриття протоки (на першу добу у 13 (8,3%), на другу добу у 69 (44,2%), на третю добу 56 (35,9%), на четверту добу 12 (7,7%), на п'яту- 6 (3,8%), В усіх 343 новонароджених функціонувало овальне вікно розміром від 2 до 4,5 мм.

Результати дослідження та їх обговорення

Отримані параметри фонокардіограми 343 новонароджених дітей з 26 по 41 тиждень гестації. Середні значення показників фонокардіограми новонароджених різного гестаційного віку

та їх відмінності у суміжних групах (виділено жирним курсивом) представлені у таблицях. У таблицях в непарних стовпчиках (під номером точки вислуховування) вказано середні значення параметрів фонокардіограми, у парних (під кількістю серцевих циклів) - середньоквадратичне відхилення параметрів. Позначка *m* праворуч назви параметра означає, що значення рядка помножені на 1000.

Для порівняння відмінностей між середніми параметрами фонокардіограми в сусідніх за терміном гестації групах новонароджених (26-28 та 29-31 тижні, 29-31 та 32-34 тижні, 32-34 та 35-36 тижні, 35-36 тижні та 37-41 тижні) застосовано двовибірковий t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок. Статистично значущими вважалися відмінності, для яких критерій Стьюдента перевищував значення 3,0 ($p < 0.001$ у таблицях виділені жирним курсивом).

Статистично значущі відмінності у параметрах фонокардіограми новонароджених гестаційним віком 26-28 та 29-31 тижні виявлені у 10 параметрах I тону, 3-х параметрах II тону, у 1-му параметру на проміжку між I та II тоном, та 2-х параметрах на проміжку між II та I тоном (загалом у 16 параметрах).

У новонароджених гестаційного віку 29-31 та 32-34 тижні виявлені - у 1-му параметру I тону, 3-х параметрах II тону, та 6-ти параметрах на проміжку між II та I тоном (загалом у 10 параметрах).

У новонароджених гестаційного віку 32-34 та 35-36 тижні виявлені 3-х параметрах II тону, у 4-ох параметрах на проміжку між I та II тоном, та 5-ти параметрах на проміжку між II та I тоном (загалом у 12 параметрах).

У новонароджених гестаційного віку 35-36 та 37 - 41 тиждень виявлені виявлені у 7 параметрах I тону, 16-ти параметрах II тону, у 3-ох параметрах на проміжку між I та II тоном, та 10-ти параметрах на проміжку між II та I тоном (загалом у 36 параметрах).

Таблиця 1

Середні параметри показників фонокардіограми новонароджених із гестаційним віком при народженні 26-28 тижнів

name	1	n= 64	2	n= 61	3	n= 57	4	n= 66	5	n= 57	
-----s1-----											
a_max		0.279	0.196	0.312	0.218	0.291	0.240	0.244	0.173	0.354	0.174
a_min		-0.268	0.175	-0.334	0.230	-0.282	0.208	-0.229	0.156	-0.391	0.189
energy	m	1.446	4.133	2.147	4.432	1.276	1.994	0.885	1.953	1.700	1.651
max_a		0.300	0.190	0.362	0.239	0.324	0.242	0.267	0.179	0.408	0.188
n_max		8.422	7.193	9.934	11.081	7.035	4.787	9.530	8.762	7.649	5.790
n_min		8.422	7.265	10.000	11.383	6.947	4.803	9.606	8.674	7.684	5.756
n_zero		10.422	7.554	11.197	11.058	8.140	4.950	11.227	9.319	9.649	6.086
skewnes		-0.043	0.163	-0.103	0.170	-0.069	0.160	-0.089	0.144	-0.080	0.155
width	mc	72.852	25.721	75.415	41.333	66.880	31.389	70.130	34.887	74.042	35.067
-----m1-----											
energy (m)		0.223	1.299	0.237	0.710	0.148	0.569	0.051	0.235	0.087	0.111
frq_zero		187.96	91.411	309.45	1227.2	224.11	584.67	300.38	274.38	184.40	114.54
mean	m	13.246	14.921	18.296	14.541	14.658	8.138	8.121	7.468	14.032	8.705
mean_1/4	m	18.237	36.855	20.365	16.715	19.360	14.802	9.198	9.496	14.672	10.545
mean_2/4	m	14.068	18.559	22.315	30.156	14.275	10.384	8.136	10.543	15.704	12.954
mean_3/4	m	10.825	8.538	16.106	13.133	12.923	9.997	7.898	11.499	12.850	9.139
mean_4/4	m	9.857	6.670	14.396	10.260	12.073	7.401	7.255	7.470	12.899	9.213
n_zero		27.281	18.324	54.475	188.40	53.123	229.58	42.879	38.915	30.947	26.286
width	mc	144	75	181	92	148	83	140	61	178	157
-----s2-----											
a_max		0.234	0.218	0.186	0.102	0.195	0.150	0.185	0.181	0.285	0.249
a_min		-0.238	0.225	-0.205	0.115	-0.237	0.210	-0.210	0.167	-0.323	0.266
energy	m	0.725	1.262	0.473	0.595	0.584	0.790	0.594	1.292	1.313	2.165
max_a		0.261	0.239	0.221	0.115	0.254	0.214	0.226	0.190	0.336	0.267
n_max		5.047	4.804	4.082	2.083	3.912	2.357	6.576	5.480	5.614	3.407
n_min		4.922	4.957	4.131	2.060	3.982	2.439	6.606	5.627	5.719	3.355
n_zero		6.469	5.679	5.361	1.984	5.491	2.951	7.591	5.170	7.281	4.016
skewnes		-0.031	0.126	-0.077	0.147	-0.072	0.131	-0.060	0.157	-0.064	0.159
width	mc	39.194	19.952	41.262	17.484	37.941	13.175	49.045	27.963	50.873	24.095
-----m2-----											
energy (m)		0.194	0.919	0.105	0.124	0.086	0.122	0.024	0.039	0.082	0.147
frq_zero		166.08	70.564	304.72	952.00	492.59	1547.0	295.15	289.59	172.13	116.41
mean	m	13.315	14.660	15.314	9.084	13.792	8.714	7.266	5.246	13.573	9.684
mean_1/4	m	12.585	8.363	15.541	9.636	16.377	11.094	7.761	5.893	15.700	13.464
mean_2/4	m	15.172	36.577	15.929	12.898	12.492	9.572	6.290	6.376	13.497	16.789
mean_3/4	m	12.151	10.308	14.668	11.578	12.867	12.423	6.906	6.102	13.220	10.118
mean_4/4	m	13.351	11.698	15.120	11.026	13.432	9.378	8.107	7.261	11.871	7.999
n_zero		32.188	20.384	53.689	147.80	83.000	251.63	53.909	58.378	30.702	25.716
width	mc	181	70	189	85	174	70	166	65	169	65

Таблиця 2

Середні параметри показників фонокардіограми новонароджених із гестаційним віком при народженні 29-31 тижнів

name	1	n= 73	2	n= 68	3	n= 77	4	n= 77	5	n= 73	
-----s1-----											
a_max		0.430	0.275	0.302	0.271	0.239	0.197	0.372	0.300	0.477	0.276
a_min		-0.440	0.295	-0.340	0.319	-0.278	0.244	-0.359	0.297	-0.518	0.264
energy	m	2.955	3.713	2.559	4.312	1.341	2.276	2.065	2.670	3.480	3.593
max_a		0.478	0.283	0.352	0.312	0.288	0.244	0.404	0.312	0.547	0.274
n_max		8.726	6.673	7.309	6.893	7.987	8.984	12.701	29.673	7.986	6.094
n_min		8.959	6.801	7.544	6.982	8.104	8.981	12.922	31.926	7.863	6.116
n_zero		8.301	2.636	8.426	5.211	9.571	8.607	11.000	11.553	8.589	3.440
skewnes		-0.111	0.132	-0.183	0.110	-0.079	0.178	-0.133	0.123	-0.116	0.116
width	mc	70.627	19.082	67.360	23.973	63.682	25.334	73.806	33.791	73.926	24.170

---m1---										
energy (m)	m	63.846 78.717	71.062 68.931	81.756 158.62	160.73 983.73	164.39 384.50				
frq_zero		176.89 167.22	297.44 1110.8	196.71 319.62	245.32 140.15	149.20 51.619				
mean	m	14.807 9.833	16.501 9.879	14.650 10.134	11.754 11.950	20.296 17.022				
mean_1/4	m	17.844 10.993	18.714 10.920	16.552 12.233	14.210 15.775	21.954 17.057				
mean_2/4	m	14.198 11.261	17.422 13.671	14.909 12.869	12.281 19.267	18.866 15.599				
mean_3/4	m	14.342 12.524	15.254 10.301	13.345 10.484	9.754 9.594	19.242 17.613				
mean_4/4	m	12.845 10.398	14.618 11.156	13.798 13.595	10.769 13.957	21.122 29.564				
n_zero		24.534 21.891	42.912 145.72	28.221 38.551	36.026 30.782	21.301 13.250				
width	mc	134 42	132 62	138 53	136 48	132 46				
---s2---										
a_max		0.269 0.231	0.253 0.205	0.199 0.181	0.236 0.212	0.301 0.235				
a_min		-0.283 0.252	-0.235 0.185	-0.207 0.208	-0.284 0.265	-0.341 0.265				
energy	m	1.005 1.700	0.798 1.048	0.697 1.301	1.033 2.117	1.400 2.159				
max_a		0.323 0.270	0.292 0.232	0.226 0.212	0.295 0.261	0.362 0.267				
n_max		5.329 3.804	4.088 2.559	5.429 4.924	6.688 6.142	4.055 1.805				
n_min		5.575 3.889	4.162 2.587	5.390 5.193	6.766 6.221	4.137 1.853				
n_zero		6.110 2.959	5.368 2.479	5.909 2.325	6.532 3.391	5.863 2.210				
skewnes		-0.093 0.135	-0.044 0.158	-0.069 0.136	-0.104 0.136	-0.032 0.136				
width	mc	39.101 13.295	38.432 15.814	41.265 18.418	43.142 19.761	39.761 15.814				
---m2---										
energy (m)		0.102 0.129	0.124 0.147	0.066 0.080	0.044 0.063	0.180 0.378				
frq_zero		157.89 85.753	148.98 72.112	184.09 182.35	215.96 110.35	138.22 54.479				
mean	m	16.601 10.782	18.976 12.192	14.058 8.498	10.703 8.508	19.151 12.419				
mean_1/4	m	17.734 14.433	21.635 15.900	15.541 10.695	12.909 10.835	21.667 18.275				
mean_2/4	m	14.355 11.438	16.930 12.890	12.025 6.659	9.462 9.670	17.174 14.694				
mean_3/4	m	16.673 13.523	19.462 15.641	13.821 10.521	9.979 9.276	18.320 12.937				
mean_4/4	m	17.641 11.917	17.876 11.494	14.843 11.052	10.459 8.379	19.443 13.944				
n_zero		26.781 16.240	26.485 15.773	29.156 29.049	33.870 18.931	24.712 15.098				
width	mc	161 43	168 57	156 40	151 34	166 54				

Таблиця 3

Середні параметри показників фонокардіограми новонароджених із гестаційним віком при народженні 32-34 тижнів

name		1	n= 99	2	n= 95	3	n= 95	4	n= 96	5	n= 93
---s1---											
a_max		0.402	0.261	0.257	0.191	0.286	0.213	0.297	0.199	0.446	0.224
a_min		-0.385	0.252	-0.292	0.233	-0.286	0.199	-0.335	0.240	-0.454	0.232
energy	m	2.530	3.846	1.456	2.596	1.458	1.840	1.557	2.073	2.693	2.416
max_a		0.440	0.257	0.304	0.231	0.319	0.226	0.346	0.241	0.496	0.238
n_max		8.808	5.163	6.800	3.618	7.179	3.952	8.562	4.945	6.452	2.674
n_min		8.889	5.071	6.863	3.681	7.316	4.037	8.729	5.225	6.312	2.644
n_zero		10.101	6.258	8.663	3.171	8.653	3.178	8.917	2.846	8.194	2.397
skewnes		-0.123	0.124	-0.157	0.139	-0.101	0.130	-0.125	0.144	-0.143	0.139
width	mc	81.397	21.466	73.873	22.326	70.054	19.130	76.232	17.470	72.841	21.885
---m1---											
energy (m)	m	99.656	435.40	86.071	143.95	107.26	206.03	99.370	483.86	98.879	120.82
frq_zero		220.79	109.11	196.08	122.91	274.67	597.55	296.03	292.01	261.57	772.70
mean	m	12.592	7.974	15.872	11.326	15.311	12.329	11.964	11.498	17.547	10.700
mean_1/4	m	14.520	9.480	18.357	17.338	18.253	15.175	12.777	9.387	23.023	17.099
mean_2/4	m	13.057	16.475	15.502	12.142	14.772	13.670	12.723	20.514	17.801	12.591
mean_3/4	m	11.587	8.197	15.021	11.186	14.355	15.099	11.672	15.116	15.045	10.501
mean_4/4	m	11.204	7.470	14.606	11.119	13.863	11.706	10.679	10.961	14.320	10.124
n_zero		32.253	16.763	28.547	19.410	42.000	91.719	42.469	55.527	37.215	98.817
width	mc	144	46	139	35	146	38	137	32	141	40
---s2---											
a_max		0.227	0.136	0.238	0.187	0.202	0.133	0.289	0.202	0.335	0.190
a_min		-0.260	0.174	-0.259	0.207	-0.245	0.193	-0.336	0.244	-0.429	0.257
energy	m	0.823	1.319	1.476	6.988	0.682	0.976	1.273	1.585	1.902	4.241
max_a		0.275	0.169	0.277	0.212	0.258	0.189	0.360	0.248	0.446	0.260
n_max		5.253	3.217	4.526	2.200	5.116	2.835	5.740	3.748	5.151	3.019
n_min		5.414	3.114	4.653	2.325	5.221	2.935	5.573	3.870	5.043	2.680
n_zero		6.646	3.563	6.695	5.062	6.200	2.582	6.906	2.979	7.000	5.048
skewnes		-0.082	0.148	-0.115	0.144	-0.092	0.162	-0.119	0.136	-0.125	0.146
width	mc	44.549	14.893	46.693	18.085	45.321	14.921	49.158	17.020	48.520	18.939
---m2---											
energy (m)	m	74.105	157.52	138.20	243.49	913.77	5488.3	81.904	210.33	111.74	130.83

frq_zero		198.56 99.457	240.53 295.19	261.93 284.41	271.85 159.60	201.88 212.25
mean	m	13.540 10.573	16.769 11.938	18.804 30.466	11.663 9.765	17.681 10.652
mean_1/4	m	15.134 8.808	18.775 14.284	22.084 39.927	14.401 14.706	20.314 13.702
mean_2/4	m	11.104 8.890	15.431 12.650	17.916 36.625	11.121 10.966	17.283 13.322
mean_3/4	m	13.267 16.506	16.077 14.050	18.841 50.710	9.522 7.670	15.647 10.308
mean_4/4	m	14.655 14.387	16.790 13.004	16.368 15.352	11.608 10.297	17.477 11.040
n_zero		36.263 21.028	49.779 56.079	60.758 115.33	54.344 40.533	38.710 38.463
width	mc	177 41	195 53	197 73	188 58	180 43

Таблиця 4

Середні параметри показників фонокардіограми новонароджених із гестаційним віком при народженні 35-36 тижнів

name	1 n= 131	2 n= 146	3 n= 133	4 n= 149	5 n= 146
---s1---					
a_max	0.368 0.247	0.290 0.225	0.270 0.229	0.260 0.206	0.481 0.278
a_min	-0.357 0.251	-0.334 0.239	-0.299 0.259	-0.249 0.206	-0.480 0.277
energy	m 2.231 2.767	2.326 5.519	1.558 2.606	1.163 2.034	3.486 3.608
max_a	0.399 0.270	0.352 0.246	0.313 0.261	0.283 0.214	0.528 0.283
n_max	8.206 5.951	7.014 6.702	6.617 4.482	7.705 3.426	6.363 3.192
n_min	8.267 6.020	7.281 6.457	6.654 4.410	7.765 3.398	6.253 3.249
n_zero	9.046 3.608	9.548 11.005	8.767 5.115	9.396 4.290	8.836 4.384
skewnes	-0.114 0.160	-0.156 0.149	-0.113 0.176	-0.156 0.135	-0.121 0.140
width	mc 73.911 20.828	72.121 29.775	63.275 24.857	75.560 20.127	75.482 21.325
---m1---					
energy (m)	0.118 0.267	0.625 3.011	0.322 1.413	0.073 0.229	0.196 0.611
frq_zero	171.375 76.98	163.41 71.589	281.50 1126.1	196.83 102.77	137.47 50.317
mean	m 15.597 12.990	21.698 41.286	17.451 22.651	11.775 15.543	19.850 18.792
mean_1/4	m 19.898 20.280	24.888 43.910	20.360 27.570	13.591 15.896	25.305 22.018
mean_2/4	m 16.398 17.643	22.329 48.958	19.951 30.704	11.818 15.999	18.532 18.540
mean_3/4	m 12.679 10.355	20.450 46.684	14.718 18.491	11.262 17.521	16.937 17.575
mean_4/4	m 13.414 11.873	19.125 37.059	14.774 22.163	10.425 16.554	18.623 23.632
n_zero	24.366 12.241	24.007 11.061	38.293 111.79	25.819 14.240	21.158 8.822
width	mc 138 47	143 46	147 46	128 27	146 40
---s2---					
a_max	0.329 0.189	0.306 0.211	0.260 0.205	0.251 0.158	0.414 0.232
a_min	-0.292 0.198	-0.312 0.207	-0.296 0.230	-0.314 0.188	-0.466 0.230
energy	m 1.061 1.167	1.413 2.786	1.299 3.158	0.852 0.972	2.000 1.881
max_a	0.366 0.220	0.353 0.227	0.313 0.232	0.319 0.191	0.489 0.245
n_max	5.779 2.994	4.815 3.878	5.203 2.512	5.268 2.401	4.856 1.771
n_min	5.962 3.063	4.815 3.931	5.248 2.535	5.329 2.440	4.747 1.816
n_zero	6.924 3.315	6.740 6.009	7.098 3.394	7.020 2.407	6.760 1.874
skewnes	-0.150 0.126	-0.133 0.125	-0.087 0.178	-0.144 0.147	-0.117 0.134
width	mc 49.960 14.864	47.272 19.343	46.396 16.715	49.042 13.830	47.758 13.354
---m2---					
energy (m)	0.109 0.211	0.888 4.321	0.435 2.401	0.073 0.187	0.413 2.242
frq_zero	169.97 71.372	165.903 82.68	175.67 77.028	209.78 100.47	141.11 52.238
mean	m 14.414 12.423	22.884 46.946	15.882 20.940	10.824 14.034	20.856 23.070
mean_1/4	m 16.597 14.964	25.238 46.223	17.057 20.374	11.410 14.566	23.219 23.016
mean_2/4	m 13.265 14.693	20.189 44.489	14.969 26.359	10.034 13.827	19.059 21.760
mean_3/4	m 12.931 12.343	22.842 56.336	14.292 21.360	10.098 15.334	19.136 28.530
mean_4/4	m 14.861 14.043	23.272 55.022	17.208 24.459	11.759 14.866	22.006 24.455
n_zero	32.817 15.194	33.973 17.943	36.323 22.862	40.242 19.882	28.959 15.553
width	mc 187 43	198 59	196 62	191 53	195 48

Таблиця 5

Середні параметри показників фонокардіограми новонароджених із гестаційним віком при народженні 37 та більше тижнів

name	1 n= 423	2 n= 433	3 n= 422	4 n= 427	5 n= 408
---s1---					
a_max	0.352 0.238	0.260 0.213	0.282 0.184	0.354 0.256	0.496 0.273
a_min	-0.356 0.219	-0.264 0.211	-0.299 0.204	-0.353 0.251	-0.501 0.282
energy	m 1.851 2.197	1.314 2.179	1.412 1.921	2.081 2.762	3.654 3.622
max_a	0.397 0.247	0.288 0.224	0.320 0.211	0.392 0.270	0.550 0.289
n_max	9.210 6.751	7.420 5.671	7.040 3.730	8.382 5.886	7.314 3.659
n_min	9.182 6.827	7.550 5.704	7.024 3.753	8.473 6.053	7.282 3.632
n_zero	10.312 7.407	9.323 6.471	9.085 4.374	9.988 4.897	9.066 3.858
skewnes	-0.141 0.154	-0.113 0.153	-0.074 0.182	-0.118 0.142	-0.118 0.133
width	mc 79.745 24.225	71.888 24.862	67.596 21.446	77.750 20.700	74.313 20.332
---m1---					
energy (m)	m 64.895 134.99	128.88 551.14	134.03 576.56	83.930 268.95	143.64 399.19
frq_zero	183.10 72.086	193.71 224.39	182.78 63.473	187.44 81.163	175.62 235.71
mean	m 13.282 9.663	16.118 12.586	17.187 12.498	13.997 12.624	18.557 12.224
mean_1/4	m 16.189 12.483	19.041 19.634	19.454 15.340	17.498 16.741	21.926 17.109
mean_2/4	m 13.362 11.698	16.650 17.239	18.701 17.319	14.515 14.077	19.301 15.067
mean_3/4	m 11.982 9.151	14.806 12.640	16.240 12.349	12.491 12.358	17.105 11.734
mean_4/4	m 11.594 9.827	13.973 11.376	14.355 11.341	11.486 11.388	15.895 12.328
n_zero	26.551 10.780	30.499 38.093	29.152 12.888	28.143 16.545	28.208 48.631
width	mc 140 29	151 53	154 43	143 34	153 42
---s2---					
a_max	0.332 0.188	0.232 0.150	0.289 0.196	0.378 0.231	0.442 0.247
a_min	-0.317 0.194	-0.248 0.154	-0.290 0.196	-0.428 0.248	-0.509 0.259
energy	m 1.180 1.537	0.716 1.037	1.047 1.491	1.950 2.402	2.533 2.589
max_a	0.368 0.203	0.273 0.168	0.326 0.211	0.450 0.253	0.539 0.261
n_max	6.397 3.523	5.644 2.700	5.957 2.871	6.358 3.127	5.870 2.687
n_min	6.513 3.610	5.697 2.732	5.903 2.865	6.424 3.201	5.902 2.747
n_zero	7.981 3.991	6.898 2.951	7.673 3.179	8.126 2.787	7.696 3.058
skewnes	-0.113 0.138	-0.120 0.139	-0.036 0.164	-0.117 0.161	-0.103 0.144
width	mc 51.054 15.860	49.383 17.684	48.341 16.529	56.006 15.207	53.119 16.547
---m2---					
energy (m)	m 75.804 121.71	119.91 292.26	127.05 251.46	90.398 224.08	145.72 225.74
frq_zero	183.37 84.890	189.59 133.15	180.26 93.181	183.49 81.318	176.99 283.14
mean	m 12.744 9.555	14.765 10.045	15.525 11.262	12.503 11.124	17.707 11.288
mean_1/4	m 14.068 11.495	16.561 13.307	17.286 13.083	13.672 13.634	19.972 13.707
mean_2/4	m 11.201 9.332	14.118 10.801	14.197 10.989	11.385 11.909	15.777 11.267
mean_3/4	m 11.716 10.132	13.984 12.223	15.062 16.254	11.484 10.723	16.750 12.908
mean_4/4	m 13.989 11.610	14.398 10.640	15.555 11.567	13.471 12.652	18.326 12.733
n_zero	38.622 22.058	42.122 36.936	40.583 21.748	39.913 19.891	37.542 45.494
width	mc 202 49	215 71	220 70	211 56	212 59

Висновки

Комп'ютерна обробка фонокардіограми, отриманої шляхом електронної аускультативної новонароджених, дозволила визначитися з її параметрами у новонароджених різного гестаційного віку. Аналізувалися 9 основних параметрів I і II тону та 9 параметрів проміжків між тонами у п'яти стандартних точках вислуховування. Отримані середні параметри фонокардіограми для новонароджених 26-28, 29-31, 32-34, 35-36 та 37-41 тижні гестації при народженні.

У параметрах фонокардіограми недоношених дітей, суміжних за терміном гестації груп, суттєвих відмінностей не виявлено. Виявлені суттєві відмінності між середніми показниками фонокардіограми новонароджених 35-36 тижнів гестації та новонароджених 37-41 тижня гестації (загалом у 36 параметрах одного серцевого циклу у п'яти точках вислуховування). Зважаючи

на це, оцінка параметрів фонокардіографії у новонароджених дітей повинна відбуватися відповідно до гестаційного віку при народженні.

Перспективи подальших досліджень

Враховуючи різноманітність та велику кількість отриманих параметрів, їх застосування для оцінки стану серцевої діяльності новонародженої дитини можливе за умови використання статистичних методів обробки даних. Доцільним є застосування методів машинного навчання.

Джерело фінансування

Дослідження виконано за грантової підтримки Grand Challenges Canada.

Конфлікт інтересів

Автори не заявляли будь-якого конфлікту інтересів.

Література

1. Баранова П, Макарова ОС, Мартинюк ТВ, Нікітіна МВ. Дослідження асортименту та етапи товарознавчого аналізу діагностичних медичних приладів: стетоскопів. Управління, економіка та забезпечення якості в фармації, 2017;3(51):61-7. doi: <https://doi.org/10.24959/uekj.17.26>
2. Yang X, Zeng W. A relative value method for measuring and evaluating neonatal cardiac reserve. Indian J Pediatr. 2010;77(6):661-4. doi: <https://doi.org/10.1007/s12098-010-0058-5>
3. Balogh AT, Kovács F. Application of phonocardiography on preterm infants with patent ductus arteriosus. Biomed Signal Proc and Control. 2011;6(4):337-45. doi: <http://doi.org/10.1016/j.bspc.2011.05.009>
4. Sung PH, Wang JN, Chen BW, Jang LS, Wang JF. Auditory-inspired heart sound temporal analysis for patent ductus arteriosus. In: 2013 1st International Conference on Orange Technologies (ICOT); 2013 Mar 12-16; Tainan, Taiwan. Taiwan; 2013, p.231-4. doi: <https://doi.org/10.1109/ICOT.2013.6521199>
5. 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>
6. Ghaffari M, Ashourian M, Ince EA, Demirel H. Phonocardiography signal processing for automatic diagnosis of ventricular septal defect in newborns and children. In: 9th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks; 2017 Sep 16-17; Cyprus. Cyprus; 2017, p. 62-66. doi: <http://doi.org/10.1109/CICN.2017.8319357>
7. Raza A, Faiz SA, Faiz H, Hussain HK, Rizvi SFH. Prevalence of innocent murmur in rural communities of Pakistan. JSZMC. 2018;9(2):1400-1.
8. Arcilla RA, Lind J. Serial Phonocardiography During the Neonatal Period. Zeitschrift für Kinderheilkunde. 1965;93(4):354-74.
9. Vukadinović S, Wallgren CG. Evaluation of some electro- and phonocardiographic characteristics of the newborn infant. Biol Neonate. 1971;19(1):170-84. doi: <https://doi.org/10.1159/000240411>
10. Шелевицький ІВ, Шелевицька ВА, Семенов БС. Аналіз й класифікація серцевих шумів на основі сплайн-апроксимацій. В: Матеріали Міжн. наук. конф. Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту; 2016 Тра 24 та 28; Херсон. Херсон: Железний Порт; 2016, с. 233-4

**ЭЛЕКТРОННАЯ АУСКУЛЬТАЦИЯ:
ПАРАМЕТРЫ ФОНОКАРДИОГРАММЫ
НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ
РАЗЛИЧНОГО ГЕСТАЦИОННОГО ВОЗРАСТА**

V. A. Shelevytska

Государственное учреждение
«Днепропетровская медицинская академия
МЗ Украины
(г. Днепр, Украина)

Резюме. Современные электронные стетоскопы позволяют применять аускультацию с одновременной регистрацией фонокардиограммы на записывающее устройство у новорожденных детей. Компьютерная обработка полученной фонокардиограммы расширяет возможности диагностики болезней сердца и состояний, связанных с особенностями переходной гемодинамики новорожденных детей. Электронная аускультация с последующей компьютерной обработкой фонокардиограммы позволяет определиться с ее основными параметрами, увеличить количество и точность их расчета.

Цель. Определение основных параметров фонокардиограммы и различий между ними у новорожденных детей различного гестационного возраста.

Материалы и методы. Обследованы 343 новорожденных ребенка с 26 по 41 неделю гестации при рождении, у которых пренатально и после рождения не было выявлено каких-либо структурных особенностей в сердце и крупных сосудах. В группе обследованных детей не определялись какие-либо патологические изменения при традиционной аускультации. Электронная аускультация выполнялась цифровым стетоскопом Thinklabs Model DS32 + в пяти стандартных точках выслушивания. Запись звука производилась на цифровой диктофон Sony-ICD-UX71. Допплерокардиография выполнялась ультразвуковым сканером Z.ONE.Ultra фирмы ZONARE, My Lab 25 Esaote сразу после проведения электронной аускультации. Анализ полученных фонокардиограмм осуществлялся с помощью разработанной компьютерной программы «Hearttone-D». Анализировались 9 основных параметров I и II тона и 9 параметров промежутков между тонами в пяти стандартных точках выслушивания.

Результаты исследования. Получены средние значения показателей фонокардиограммы 343 новорожденных детей с 26 по 41 неделю гестации

**ELECTRONIC AUSCULTATION:
PARAMETERS OF THE PHONOCARDIOGRAPHY
OF NEWBORNS
OF DIFFERENT GESTATIONAL AGE**

V.A. Shelevytska

Dnipropetrovsk state medical academy
of Ministry of health
of Ukraine
(Dnipro, Ukraine)

Summary. Auscultation remains one of the main methods in heart disease diagnostics. An electronic auscultation with the subsequent computer analysis of the received phonocardiogram can be used to diagnose conditions associated with the peculiarities of transient hemodynamics of newborn, birth defects and other heart diseases in newborns. An electronic auscultation with further computer processing of the phonocardiograms can determine their main parameters, optimize their quantity and increase the accuracy of the computer analysis.

The aims. Determination of the basic parameters of the phonocardiogram and the differences between them in newborns of different gestational age.

Materials and methods of research. 343 newborn babies of gestational age 26 to 41 weeks were examined. In the group of examined children, no structural defects of the heart and large vessels were found prenatal or after birth as well as no pathological changes were detected using traditional auscultation. The following study using electronic auscultation was performed by the digital stethoscope Thinklabs Model ds32a + at five standard listening points. The sound recording was performed on the Sony-ICD-UX71 digital voice recorder. Doppler sonography was performed by ultrasound Z.ONE.Ultra ZONARE, My Lab 25 Esaote ultrasound scanners immediately after an electronic auscultation. The analysis of received phonocardiograms was carried out with the help of the developed computer program "Hearttone-D". 9 basic parameters of I and II tone and 9 parameters of intervals between tones at five standard listening points were analyzed.

Results of the research. The mean parameters of the phonocardiograms of 343 newborns of gestation age 26 to 41 weeks as well as differences in parameters between the adjacent gestational periods were obtained.

Statistically significant differences in the parameters of the neonatal phonocardiography in gestational age 26-28 and 29-31 weeks were detected in 16 parameters,

при народженні і їх різниця в смежних по сроку гестації групах. Статистически значимі різниця в параметрах фонокардіограми новонароджених гестаційним віком 26-28 і 29-31 тижні виявлені по 16 параметрам, 29-31 і 32-34 тижні - по 10 параметрам, 35-36 і 37 - 41 тижні виявлені по 36 параметрам.

Висновки. В параметрах фонокардіограми смежних по сроку гестації груп недоношених дітей суттєвих різниць не виявлено. Виявлені суттєві різниця між середніми показателями фонокардіограми новонароджених 35-36 тижнів гестації і доношеними новонародженими 37- 41 тижнів гестації (всього по 36 параметрам).

Ключові слова: електронна аускультация; параметри фонокардіограми; новонароджені різного гестаційного віку.

29-31 and 32-34 weeks - in 10 parameters, 35-36 and 37-41 weeks were detected in 36 parameters.

Conclusions. There were no significant differences in the parameters of the phonocardiography of preterm infants of the contiguous gestational age groups. Significant differences were found between the average parameters of neonatal phonocardiograms 35-36 weeks of gestation and newborn infants 37-41 weeks of gestation (in total on 36 parameters).

Key words: Electronic Auscultation; Parameters of Phonocardiography; Newborns of Different Gestational Age.

Контактна інформація:

Шелевицька Вікторія Анатоліївна – асистент кафедри педіатрії, сімейної медицини та клінічної лабораторної діагностики факультету післядипломної освіти Державного закладу «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я України» (м. Дніпро, Україна)

Контактні дані: вул. С. Калачевського, 55, м.. Кривий Ріг, 50082, Україна.

Контактний телефон +38 (096) 515 40 62

e-mail: shelevika@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6941-6843>

Researcher ID (Web of Science) H-8133-2018

Контактная информация:

Шелевицкая Виктория Анатольевна – ассистент кафедры педиатрии, семейной медицины и клинической лабораторной диагностики факультета последиplomного образования Государственного учреждения «Днепропетровская медицинская академия Министерства здравоохранения Украины» (г. Днепро, Украина)

Контактные данные: ул. С Калачевского, 55, Кривой Рог, 50082, Украина.

Контактный телефон: +38 (096) 515 40 62

e-mail: shelevika@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6941-6843>

Researcher ID (Web of Science) H-8133-2018

Contact Information:

Shelevitska Victoria – MD, Assistant of Department of Pediatrics, Family Medicine and Clinical Laboratory Diagnostics of faculty of postgraduate education of the State institution «Dnipropetrovsk medical academy of Ministry of health of Ukraine» (Dnipro, Ukraine).

Contact address: S. Kalachevsky st., 55, Kryvy Rih, 50082, Ukraine.

Contact phone +38 (096) 515 40 62

e-mail: shelevika@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6941-6843>

Researcher ID (Web of Science) H-8133-2018