

УДК 616.12-008.28-073:612.22-073.763.5-053.31

Шелевицька А.І., Мавропуло Т.К., Шелевицька В.А.

РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО АНАЛІЗУ СЕРЦЕВИХ ЗВУКІВ У ЗДОРОВИХ ДОНОШЕНИХ НОВОНАРОДЖЕНИХ

ДЗ "Дніпропетровська медична академія"

Аускультация є оперативним і економічно вигідним методом. Електронна аускультация усуває суб'єктивність, дозволяє покращити реєстрацію, запис серцевих звуків. Мета: аналіз аудіограм, отриманих за допомогою електронної аускультативної у здорових доношених новонароджених, у яких пренатально не діагностовано вроджені аномалії розвитку серця, у співставленні із доплерехокардіографією та пульсоксиметрією. Матеріали і методи. Для запису аудіограм використовувався цифровий стетоскоп Thinklabs Model ds32a+, ультразвуковий апарат My Lab, пульсоксиметр UTAS OXY 100. Були обстежені 44 доношених новонароджених дітей віком від 24 до 72 годин життя, у яких пренатально не було виявлено будь-яких структурних аномалій серця. Аналізувалася амплітуда і форма 1-го та 2-го тонів, повторюваність їх форми, наявність систолічних і діастолічних шумів. Результати. Виявлено 4 вроджених вади серця, 15 відкритих артеріальних протоки, 5 трикуспідальних регургітацій. У всіх новонароджених функціонувало овальне вікно. Показники диференційованої пульсоксиметрії були в межах 96-100 % Встановлено відповідності між аудіограмою і даними доплерехокардіографії. Висновки Електронна аускультация із подальшою комп'ютерною оцінкою аудіограм значно розширює діагностичні можливості класичної аускультативної. Найбільшій увазі потребують діти, у яких на аудіограмах спостерігаються розширення 1-го тону та/або систоло-діастолічний шум (можливий ВАП) Наявність постійного систолічного шуму, або постійного систоло-діастолічного шуму при електронній аускультативній у клінічно асимптоматичних дітей може свідчити про вроджену ваду серця

Ключові слова: електронна аускультация, структурні аномалії серця, серцеві шуми, вроджені вади серця, відкрита артеріальна протока.

Вступ

Розвиток таких діагностичних методів, як ехокардіографія (ЕхоКГ), комп'ютерна томографія, здавалося б посунали діагностичне значення аускультативної для хвороб серця на другий план. Однак, аускультация є оперативним і економічно вигідним методом, відмова від неї призводить до втрати важливої діагностичної інформації безпосередньо біля ліжка пацієнта. Вона має важливе самостійне значення та суттєво доповнює ЕхоКГ, є підставою для призначення ЕхоКГ. Досвідчений лікар за допомогою аускультативної може поставити остаточний діагноз, обґрунтовано призначити додаткові дослідження. Так, щоб зрозуміти походження і значення серцевого шуму, потрібно спочатку його класифікувати, спираючись на аускультативні характеристики, потім слід розглянути у світлі даних доплерехокардіографічного дослідження [1]. Однак, метод суб'єктивний, результати суттєво залежать від особливостей звукового сприйняття та реєстрації, від досвіду лікаря.

М.Е.Tavel вже у 1996 році прогнозував вдосконалення методів аускультативної, зокрема розвиток електронної аускультативної, яка б усунула суб'єктивність та дозволила покращити реєстрацію, запис і аналіз низькочастотних звуків. Природно, що розвиток засобів електронної аускультативної викликав нову хвилю досліджень в цьому напрямку. Портативні електронні стетоскопи стали доступними для лікарської практики разом із засобами запису сигналів та їх інтерпретації.

Особливо важливе значення мають методи електронної аускультативної у педіатрії та неонатології. Постнатальне становлення гемодинаміки у новонароджених характеризується наявністю різноманітних серцевих шумів.

Так із 408 ехокардіограм, записаних у 350 немовлят у післяпологових палатах, серцеві шуми були наявні у 58%. Серед дітей із шумами 26% мали нормальну ехокардіограму, у 2% виявлено структурні аномалії серця, у 38% були незначні структурні аномалії серця, у 34% мали місце перехідні зміни кровообігу [2]. За іншими даними, у 36% новонароджених із виявленими в перші 48 годин життя «невинними» серцевими шумами, у віці 6 тижнів виявляли структурні аномалії серця [3]. У недоношених дітей з гестаційним віком менш ніж 32 тижні шум на момент закриття артеріальної протоки може бути ознакою стенозу гілок легеневої артерії, недіагностованого раніше ехокардіографічно [3].

Завдяки електронній аускультативній стає зрозумілою фізіологія формування серцевих звуків, відповідність між певними видами звуків та хворобами серця.

Головною проблемою є диференціація шумів між "невинними" й такими, що свідчать про певну патологію, класифікація визначених серцевих звуків [4,5,6]. Залежно від класифікації серцевих шумів, пропонується тактика дій стосовно пацієнта [7].

Такі підходи до аналізу серцевих звуків мають якісний характер і залишаються суб'єктивними, оскільки не спираються на числові параметри серцевих звуків. Можливим є за допомогою цифрових методів отримати кількісні характеристики серцевих звуків. Спираючись на об'єктивні показники, із застосуванням частотно-часових методів аналізу будуються діагностичні критерії.

Так, рекомендовано звуки, у яких систолічний шум займає більше 80% тривалості, або якщо він містить інтенсивні складові з частотами більше 200 Гц, вважати патологічними [8]. Ще одним прогностичним критерієм можуть бути часові характеристики та відносна інтенсивність шумів [9, 10]. Для виключення неоднозначності показників та критеріїв, необхідні специфічна підготовка та вузькоспеціалізоване програмне забезпечення.

Метою проведеного дослідження був аналіз аудіограм, отриманих за допомогою електронної аускультатії у здорових доношених новонароджених, у яких пренатально не було діагностовано будь-яких вроджених аномалій розвитку серця.

Матеріали та методи досліджень

Для запису аудіограм використовувався цифровий стетоскоп Thinklabs [Model ds32a+](#), який не відрізняється від традиційного зовні та акустично. Стетоскоп повністю електронний (Electronics end Electronics, EEE) і не містить акустичних провідників звуку. Спеціальні гучномовці вмонтовані безпосередньо в кінець навушників і оптимізовані для відтворення звуків серця. Стетоскоп дозволяє робити запис звуку на цифрові пристрої (диктофон Sony-ICD-UX71) паралельно із звичним для лікаря акустичним контролем через звичні навушники стетоскопа.

Аускультатія та запис серцевих звуків здійснювався під час сну або за умови відсутності крику та підвищеної рухливості дитини.

Запис виконувався у 5 стандартних точках: ділянка верхівки серця (місце для вислуховування мітрального клапану), II міжребер'я біля правого краю грудини (звукові явища із клапану аорти, висхідна частина аорти), II міжребер'я біля лівого краю грудини (звукові явища із клапану легеневої артерії), нижня третина грудини біля місця прикріплення мечоподібного відростка до грудини, трохи праворуч від середньої грудної лінії (звукові явища із тристулкового клапану), III-IV міжребер'я біля лівого краю грудини або точка Боткіна-Науїна-Ерба (звукові явища з усіх клапанів серця, найкраще з аортального).

Тривалість запису у кожній точці становила біля 5 секунд для отримання 6-10 серцевих циклів. Вислуховування виконувалося електронним стетоскопом у режимі підсилення звуку та звуженого сектора вислуховування із одночасним записом на диктофон. Разом із аускультатією виконувалося доплерехокардіографія на ультразвуковому апараті фірми MyLab. Паралельно із записом проводилася диференційована пульсоксиметрія пульсоксиметром UTAS OXY100.

Перегляд, редагування, обробка запису виконувалося у програмі Thinklabs Phonocardiophy powered by Audacity. Аудіограми аналізувалися візуально з метою виявлення характерних особливостей та відмінностей між ними.

Були обстежені 44 доношених новонароджених дітей із терміном гестації при народженні від 37 до 41 тижнів, масою тіла від 2300 грам до 4050 грам, віком від 24 до 72 годин життя, у яких пренатально не було виявлено будь-яких структурних аномалій серця при ультразвуковому обстеженні. При аналізі аудіограм увага зверталася на амплітуду й форму 1-го та 2-го тонів, повторюваність їх форми, наявність систолічних й діастолічних шумів.

Результати роботи та обговорення

При проведенні доплерехокардіографічних досліджень виявлені: у 4-х дітей вроджені вади серця (2 дефекти міжшлуночкової перетинки (ДМШП), дефект міжпередсердної перетинки (ДМПП), двостулковий аортальний клапан із клапанним стенозом аорти), причому дефект міжшлуночкової перетинки у однієї дитини та двостулковий аортальний клапан із клапанним стенозом аорти супроводжувала відкрита артеріальна протока; у 15-ти дітей – відкриту артеріальну протоку (ВАП), у 5-ти - трикуспідальну регургітацію, у 1-ї дитини - ознаки незначної дилатації правих відділів серця. У всіх новонароджених функціонувало овальне вікно. Показники диференційованої пульсоксиметрії були в межах 96-100 %

Встановлювалася відповідність між особливостями аудіограм та виявленими особливостями доплерехокардіографічних даних.

Узагальнені результати відображені у таблиці 1.

Таблиця 1
Частота аудіографічних феноменів в групах дітей з різними ехографічними знахідками

Групи дітей	Вроджені вади серця n=4	Відкрита артеріальна протока n=15	Трикуспідальна Регургітація n=5	Дилатація правих відділів серця (незначна) N=1	Відсутність змін за даними ЕхоКГ n=19
Частота особливостей	4 – 9,1% (2,3 -18,2%)	15 – 34,1% (20,5 - 47,7%)	5 – 11, 4% (2,3 – 20,5%)	1 - 2,3% (0 – 6,8%)	19 – 43,2% (29,5– 56,8%)
Низька амплітуда тонів		1 – 6,7% (0,0 – 18,8%)			1 – 5,3% (0,0 – 15,8%)
Висока амплітуда I тону		1 – 6,7% (0,0 – 18,8%)			2 – 10,5% (0,0 – 26,3%)
Висока амплітуда II тону		1 – 6,7% (0,0 – 18,8%)			2 – 10,5% (0,0 – 26,3%)

непостійна амплітуда I тону		3 – 20,0% (0,0 – 37,5%)	2 40%	1 100%	5 – 26,3% (10,5– 47,4%)
Непостійна амплітуда II тону		2 – 13,3% (0,0 – 31,3%)	1 20%		3– 15,8% (0,0 – 31,6%)
розширення III, IV складових I тону	2 (з ВАП) 50%	6 – 40,0% (13,3 – 62,5%)	2 40%		1 – 5,3% (0,0 – 15,8%)
Систолічний Шум	4 100%	(2 – 13,3% (0,0 – 31,3%)	3 60%		4 – 21,1% 5,3 – 42,1%
діастолічний шум	1 (з ВАП) 25%	2 – 13,3% (0,0 – 31,3%)			6 – 31,6% 10,5– 52,6%
Систо-діастолічний Шум		11 – 73,3% (46,7 – 87,5%)	2 40%	1 100%	1 – 5,3% 0,0 – 15,8%
Наявність III тону	1 (з ДМПП) 25%	2 – 13,3% (0,0 – 31,3%)	1 20%		1 – 5,3% 0,0 – 15,8%
Наявність IV тону				1 100%	3 - 15,8% 0,0 – 31,6%

Примітка. Вказані абсолютна кількість дітей з виявленими акустичними феноменами, їх відсоток в групі, та довірчий інтервал з довірчою ймовірністю 0,95.

В групі дітей з діагностованими ВПС (дві дитини з дефектами міжшлуночкової перетинки (ДМШП), одна дитина з дефектом міжпередсердної перетинки (ДМПП), одна дитина з двостулковим аортальним клапаном із клапанним стенозом аорти) виявлені певні особливості аудіограм. Реєструвалось розширення III, IV складової I тону (2 дитини), причому розширення відзначалося тоді, коли вади супроводжувалися ВАП (двостулковий аортальний клапан з ВАП, ДМШП з ВАП). Вади супроводжувалися постійним систолічним шумом (3 дітей), 1 дитина мала постійний систоло-діастолічний шум (двостулковий аортальний клапан із клапанним стенозом аорти з ВАП). Даний аускультативний феномен частіше, ніж в групі дітей з відсутністю ехографічних змін ($p=0,067$, підрахунок критерію Фішера). Вказані аускультативні феномени реєструвались лише за допомогою електронної аускультативної. Слід звернути увагу на те, що вказані особливості аудіограм потребують особливої уваги до пацієнта й обстеження на ЕхоКГ.

Відкрита артеріальна протока діагностувалась у значної групи з 15 дітей і супроводжувалася непостійною амплітудою I, II, тонів (3 дітей), тільки першого тону (1 дитина), низькою амплітудою тонів (1 дитина), високоамплітудними I, II, тонами (1 дитина), розширенням III, IV складової I тону (6 дітей). Даний аускультативний феномен діагностувався частіше, ніж в групі дітей з відсутністю ехографічних змін - $p=0,0189$, підрахунок критерію Фішера. У всіх 15 дітей були наявні серцеві шуми, виявлені за допомогою електронної аускультативної: систоло-діастолічний шум у 11 дітей (даний аускультативний феномен діагностувався частіше, ніж в групі дітей з відсутністю ехографічних змін - $p=0,001$, підрахунок критерію Фішера), тільки систолічний у 2 дітей, тільки діастолічний у 2 дітей.

Зважаючи на частоту проявів особливостей аудіограм, звертають увагу такі ознаки, як наявність електронно-аускультативного відображення систолічно-діастолічного шуму, або розширення I-го тону, які можуть свідчити про відкриту артеріальну протоку.

Трикуспідальна регургітація, що виявлена у 5 дітей, супроводжувалася непостійною амплітудою I тону (у 2 дітей), непостійною амплітудою II тону (1 дитина), розширенням III, IV складової I тону (2 дітей).

Ознаки незначної дилатації правих відділів серця, виявлені у 1 дитини, супроводжувалися різноамплітудним I тоном та непостійним систоло-діастолічним шумом.

Серед дітей з відсутніми особливостями ЕхоКГ-картини (19 дітей) лише у 3-х новонароджених не відмічались аудіографічні феномени. Для інших найбільш характерними були непостійні діастолічний або систолічний шум, непостійна амплітуда I тону.

Висновки

Електронна аускультативна із подальшою комп'ютерною оцінкою аудіограм значно розширює діагностичні можливості класичної аускультативної, яка є оперативним, доступним, економічно вигідним методом діагностики. Постнатальне становлення гемодинаміки у новонароджених характеризується наявністю різноманітних серцевих шумів. Тому дуже важливо визначитися вже на етапі пологового стаціонару з їх характером.

Дослідження дозволило встановити певні відповідності між наявними структурними аномаліями та особливостями становлення гемодинаміки та даними доплерехокардіографії. Найбільшої уваги потребують діти, у яких на аудіограмах спостерігаються розширення I-го тону та/або систоло-діастолічний шум. Непостійність амплітуди I-го тону та/або непостійний діастолічний, непостійний систолічний шуми не були пов'язані із структурними аномаліями серця.

Хоча кількість спостережень вроджених вад серця невелика, слід звернути увагу на те, що наявність постійного систолічного шуму або постійного систоло-діастолічного шуму при електронній аускультативній у клінічно асимптоматичних дітей потребує особливої уваги до пацієнта і проведення ЕхоКГ.

Отримані оцінки мають характер якісних оцінок і потребують подальшого уточнення на більших

вибірках. Однак простота самого методу, мінімальні витрати коштів й часу для проведення досліджень дозволяють рекомендувати їх до практичного застосування.

Подальші дослідження полягають у розширенні вибірки та застосування кількісних методів, які дозволять отримати об'єктивні показники для тих якісних оцінок, що застосовувалися у даній роботі.

Література

1. Tavel M.E. Cardiac auscultation / M.E. Tavel // *Circulation*, vol. 93, no. 6. – pp. 1250-1253, Mar, 1996. – Online. – Available : <http://dx.doi.org/10.1161/01.cir.93.6.1250>
2. Singh A. Benefits of predischARGE echocardiography service for postnatal heart murmurs / A. Singh, T. Desai, P. Miller, and S. V. RASIAH // *Acta Paediatrica*, Aug. 2012. – vol. 101, no. 8. – pp. e333-e336, Online. – Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2012.02687.x>
3. Arlettaz R. Natural history of innocent heart murmurs in newborn babies: controlled echocardiographic study. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition* / Arlettaz R., Archer N., Wilkinson A.R. – 1998. – V. 78 (3). – P. 405-410.
4. Syamasundar P. Rao, Evaluation of cardiac murmurs in children / P. Syamasundar. – 1991. – vol. 58, no. 4. – pp. 471-491. Online. – Available: <http://dx.doi.org/10.1007/bf02750930>
5. Pelech A.N. The physiology of cardiac auscultation / A.N. Pelech // *Pediatric Clinics of North America*. Dec. – 2004. – vol. 51, no. 6. – pp. 1515-1535. – Online. – Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2004.08.004>
6. Etoom Y. Evaluation of children with heart murmurs / Y. Etoom, S. Ratnapalan // *Clinical Pediatrics*. – Feb. – 2014. – vol. 53, no. 2. – pp. 111-117. – Online. – Available : <http://dx.doi.org/10.1177/0009922813488653>
7. Naik R.J. Teenage heart murmurs / R.J. Naik, N.C. Shah // *Pediatric Clinics of North America*. – Feb. – 2014. – vol. 61, no. 1. – pp. 1-16. – Online. – Available : <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2013.09.014>
8. Noponen A.L. Phono-spectrographic analysis of heart murmur in children / A.L. Noponen, S. LUKKARINEN, A. Angerla [et al.] // *BMC Pediatrics*. – Jun. – 2007. vol. 7, no. 1. – pp. 23-30. – Online. – Available : <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2431-7-23>
9. Sabarimalai Manikandan M. Robust heart sound activity detection in noisy environments [Electronics Letters] / M. Sabarimalai Manikandan, K.P. Soman. – 2010. – vol. 46, no. 16. – pp. 1100-1110. – Online. – Available : <http://dx.doi.org/10.1049/el.2010.1201>
10. Kumar D. Noise detection during heart sound recording using periodicity signatures / D. Kumar, P. Carvalho, M. Antunes [et al.] // *Physiological Measurement*. – May 2011. – vol. 32, no. 5. – pp. 599-605. – Online. – Available : <http://dx.doi.org/10.1088/0967-3334/32/5/008>

Реферат

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА СЕРДЕЧНЫХ ЗВУКОВ ЗДОРОВЫХ ДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ

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

Ключевые слова: электронная аускультация, структурные аномалии сердца, сердечные шумы, врожденные пороки сердца, открытый артериальный проток.

Вступление. Аускультация является оперативным и экономически выгодным методом. Электронная аускультация устраняет субъективность, позволяет улучшить регистрацию, запись сердечных звуков. Цель: анализ аудиограмм, полученных с помощью электронной аускультации у здоровых доношенных новорожденных, у которых пренатально не диагностированы врожденные аномалии развития сердца, в сопоставлении с доплерокардиографией и пульсоксиметрией. Материалы и методы. Для записи аудиограмм использовался цифровой стетоскоп Thinklabs Model DS32 +, ультразвуковой аппарат My Lab, пульсоксиметр UTAS OXY 100. Обследованы 44 доношенных новорожденных детей в возрасте от 24 до 72 часов жизни, у которых пренатально не были обнаружены структурные аномалии сердца. Анализировалась амплитуда и форма 1-го и 2-го тонов, повторяемость их форм, наличие систолических и диастолических шумов. Результаты. Выявлено 4 врожденных порока сердца, 15 открытых артериальных протоков, 5 трикуспидальных регургитаций. Установлено соответствие между аудиограммами и данными доплерокардиографии. Выводы. Пристального внимания требуют дети, у которых на аудиограммах наблюдаются расширение I-го тона и / или систоло-диастолический шум (возможен ОАП) Наличие постоянного систолического шума или постоянного систоло-диастолического шума у клинически бессимптомных детей может свидетельствовать о врожденном пороке сердца.

Summary

COMPUTER-ASSISTED ANALYSIS OF HEART SOUNDS OF HEALTHY TERM INFANTS

Shelevitskaya A.I., Mavropulo T.K., Shelevitskaya V.A.

Keywords: electronic auscultation, cardiac structural abnormalities, heart murmur, congenital heart diseases.

Introduction. Auscultation is an expeditious and cost-effective method. Electronic auscultation eliminates subjectivity and improves registration and recording heart sounds. Objective: To analyze audiogram obtained by e-auscultation in healthy full-term newborns who were diagnosed prenatally to have no congenital anomalies of the heart, in comparison with Doppler echocardiometry and pulse oximetry. Materials and methods. To record audiograms the following equipment were used as digital stethoscope Thinklabs Model DS32 +, ultrasound machine My Lab, pulloximeter UTAS OXY 100. The study involved 44 full-term newborn infants aged from 24 to 72 hours of life, which were not prenatally detected to have structural abnormalities of the heart. The parameters of studying were the following: the amplitude and shape of the 1st and 2nd tones, their reiteration of their shape, systolic and diastolic murmurs. Results. We diagnosed 4 cases of congenital heart defects, 15 cases of patent ductus arteriosus, 5 cases of tricuspid regurgitation. The correspondence between the audiogram and Doppler echocardiometry has been established. Conclusions. Special attention should be paid to the children whose audiograms show the expansion of I-tone and / or systolic-diastolic murmur. Persistent systolic murmurs or systolic-diastolic murmurs in clinically asymptomatic children may indicate congenital heart diseases