

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЙНИХ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ

УДК 616.348-002.4-053.32-07-08

DOI: 10.24061/2413-4260. XIV.3.53.2024.5

ХАРАКТЕРИСТИКА КИШКОВИХ ШУМІВ У ПЕРЕДЧАСНО НАРОДЖЕНИХ ДІТЕЙ РІЗНОГО ПОСТКОНЦЕПТУАЛЬНОГО ВІКУ

*Т. К. Мавропуло, А. А. Хорош*Дніпровський державний медичний університет
(м. Дніпро, Україна)

Резюме

Оцінка стану кишечника у передчасно народжених дітей є ключовою для ранньої діагностики потенційно небезпечних захворювань. Зниження або відсутність кишкових шумів протягом короткого періоду спостереження може вказувати на серйозні захворювання, такі як сепсис або некротизуючий ентероколіт у новонароджених. Метод виявлення звуку кишечника за допомогою електронного стетоскопа можна використати для отримання візуальних форм сигналу, що призводить до підвищення об'єктивності в аналізі звуку кишечника. Але на теперішній час недостатньо даних для характеристики нормальної звукової активності кишечника у передчасно народжених дітей, які потребують розширення ентерального харчування.

Метою дослідження було вивчення особливостей звуків кишечника, отриманих за допомогою електронної аускультативної у передчасно народжених дітей в залежності від постконцептуального віку та стану ентерального харчування.

Матеріали та методи. Було проведено проспективне когортне дослідження недоношених новонароджених дітей. Критерії включення: гестаційний вік новонароджених 24-32 тижні, маса при народженні до 1500 г. Критерії виключення: підтверджені захворювання кишечника, які були б протипоказаннями до ентерального харчування протягом тривалого часу, в тому числі вроджені аномалії шлунково-кишкового тракту, неспецифічний ентероколіт стадій 2А-3Б; вроджені вади розвитку інших органів та хромосомні аномалії; критичний стан дитини з потребою вазопресорної підтримки. До першої групи увійшли 16 дітей, які отримували ентеральне харчування у зростаючому об'ємі (від 10 мл/кг/добу до 160 мл/кг/добу). До другої групи увійшли 9 новонароджених дітей, які не отримували ентерального харчування у зв'язку з тимчасовими протипоказаннями. Діти потребували інвазивної або неінвазивної вентиляції легень, проводилось повне або часткове парентеральне харчування. Проводилась електронна аускультативна кишкових шумів з використанням електронного фонендоскопу 3M™ Littmann® CORE 2 Digital Stethoscope. Дослідження проводили між 30 і 120 хвилинами до та після ентерального введення молока через назогастральний зонд, або 1 раз в день, якщо дитина не годувалась ентерально. Отримували безперервний 60-секундний запис кишкових шумів, проводили цифровий запис, ручний підрахунок та верифікацію патернів кишкових шумів. Отримані кишкові звуки були оцінені згідно класифікації Siok Siong Ching and Yih Kai Tan. Визначали наступні види звуків: ізольовані, згруповані та тривалі. Інтервал між звуками визначався періодом між закінченням одного звуку та початком наступного. Аналізувались записи, які були зроблені в термінах постконцептуального віку: 26-28 тижнів, 28-31 тиждень, 32-33 тижні, 34-36 тижнів. **Результати.** Проведений аналіз 23 записів звуків кишечника групи дітей, які не отримували ентерального харчування. У 4 випадках (17,4 %) реєстрація звуків кишечника була відсутньою, у 16 випадках (69,6 %) реєструвались тільки ізольовані звуки, у 3 випадках (13,0 %) реєструвались ізольовані та згруповані звуки. Тривалі кишкові звуки не були зареєстровані в групі. Середній інтервал між звуками становив $9,63 \pm 2,04$ сек ($Me - 8,68$ сек). У групі новонароджених, які отримували ентеральне харчування на момент обстеження, до годування (49 записів) в 11 випадках (22,4 %) реєструвались тільки ізольовані звуки, у 36 випадках (73,5 %) реєструвались ізольовані та згруповані звуки, в 2 випадках (4,1 %) реєструвались звуки всіх типів. Середній інтервал між звуками становив $2,10 \pm 0,27$ сек ($Me - 1,55$ сек). При обстеженні після годування (47 записів) у 14 випадках (29,8 %) реєструвались тільки ізольовані звуки, у 30 випадках (63,8 %) реєструвались ізольовані та згруповані звуки, у 3 випадках (6,4 %) реєструвались звуки всіх типів. Середній інтервал між звуками становив $2,93 \pm 0,42$ сек ($Me - 1,76$ сек). У новонароджених з ПКВ 28-31 тиждень, які харчувались ентерально, достовірно вищою була кількість виявлених ізольованих звуків кишечника (порівняно з групою новонароджених, які не годувались), а також кількість згрупованих звуків. Достовірно більшим був інтервал між кишковими шумами в групі новонароджених, які не годувались. У новонароджених з постконцептуальним віком 32-33 тижнів достовірно вищою була кількість ізольованих та згрупованих звуків порівняно з дітьми, які не годувались. У групі дітей з постконцептуальним віком 34-36 тижнів також достовірно вищою була кількість ізольованих звуків. Була виявлена достовірна різниця в кількості ізольованих звуків до та після годування та тривалості інтервалу між звуками. При аналізі даних без урахування постконцептуального віку відзначалось достовірне зменшення кількості ізольованих звуків після їжі з $29,4 \pm 1,49$ до $24,5 \pm 1,89$ та збільшення тривалості інтервалу між звуками з $2,10 \pm 0,27$ до $2,93 \pm 0,42$. У загальній групі спостереження зі збільшенням ПКВ відбувалось достовірне збільшення частоти реєстрації ізольованих звуків, зміни інших показників у нашому дослідженні не були достовірними.

Висновки. Точна оцінка кишкових шумів служить специфічним маркером здорового та життєздатного кишечника. Зокрема, зростання кількості ізольованих та згрупованих звуків, а також, зменшення інтервалів між звуками відзначається у недоношених немовлят із готовністю до ентерального харчування на відміну від дітей з непереносимістю ентерального харчування. Збільшення постконцептуального віку також супроводжується збільшенням кількості ізольованих звуків під час спостереження. Ми вважаємо, що кількісний моніторинг звуків кишечника у новонароджених може мати клінічну користь у недоношених немовлят із групи ризику дисфункції кишечника.

Ключові слова: кишкові шуми; аускультативна; електронний стетоскоп; ентеральне харчування; передчасно народжені; гестаційний вік; постконцептуальний вік.

Вступ

Оцінка стану кишечника у передчасно народжених дітей є ключовою для ранньої діагностики потенційно небезпечних захворювань. Аускультация кишкових шумів – важлива складова цього процесу, яка допомагає оцінити функціональний стан кишечника [1]. Це традиційний та добре вивчений метод обстеження пацієнтів із захворюваннями шлунково-кишкового тракту. Він простий у виконанні, але загалом базується на емпіричних даних і є дуже суб'єктивним [2]. Перистальтика (рухливість кишечника) є невід'ємною функцією здорового кишечника. Кишкові шуми (КШ), які чути за допомогою стетоскопа, були традиційним засобом оцінки активності кишечника. Звуки КШ відображають рух вмісту просвіту в різних частинах кишечника. Точні механізми цих звуків не ясні, але відсутність КШ під час аускультации живота є зловісною клінічною ознакою. Зниження або відсутність КШ протягом короткого періоду спостереження може вказувати на серйозні захворювання, такі як сепсис або неспецифічний ентероколіт (НЕК) у новонароджених [1].

Класична аускультация КШ як діагностичний інструмент для виявлення шлунково-кишкових захворювань має обмеження, пов'язані з навичками медичного персоналу (суб'єктивне сприйняття; якість стетоскопа; шумові перешкоди в умовах інтенсивної терапії новонароджених; попередній досвід оператора і т.д.) та неможливістю реєструвати і повторно оцінювати результати запису [3]. Але метод виявлення звуку кишечника за допомогою електронного стетоскопа можна використати для отримання візуальних (електронних) форм сигналу, що призводить до підвищення об'єктивності в аналізі [4, 5]. Цифрова оцінка КШ призведе до більш точного клінічного прийняття рішень для раннього виявлення хворобливих станів кишечника. Безперервний кількісний моніторинг звуків кишечника у новонароджених може мати клінічну користь у недоношених немовлят із групи високого ризику дисфункції кишечника. Більше того, враховуючи особливість захворювань шлунково-кишкового тракту у новонароджених, особливо недоношених дітей, аускультация дозволяє легше оцінити КШ, враховуючи малий розмір тіла та незначний прошарок жирової тканини в черевній стінці [2, 6].

З'являються нові докази того, що аускультация кишечника, яку проводять неонатологи, підвищує діагностичну точність при оцінці клінічно підозрілих патологій кишечника [1, 5]. Але до цього часу недостатньо даних щодо характеристики нормальної

перистальтики кишечника у передчасно народжених дітей, коли вони досягають етапу розширення ентерального харчування, особливо у вкрай недоношених немовлят на тлі респіраторної підтримки. Адаже саме ці немовлята часто виявляють порушення моторики кишечника [7, 8].

Метою нашого дослідження було вивчення особливостей звуків кишечника, отриманих за допомогою електронної аускультации, у передчасно народжених дітей у залежності від постконцептуального віку та наявності ентерального харчування.

Матеріали та методи дослідження

Було проведено проспективне когортне дослідження за участю передчасно новонароджених дітей, які знаходились у відділенні інтенсивної терапії новонароджених на базі КП «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР. Критерії включення: гестаційний вік новонароджених 24-32 тижні, маса при народженні до 1500 г. Критерії виключення: підтверджені захворювання кишечника, які були б протипоказаннями до ентерального харчування (ЕХ) тривалий час, у тому числі, вроджені аномалії шлунково-кишкового тракту, НЕК стадій 2Б-3Б; вроджені вади розвитку інших органів та хромосомні аномалії; критичний стан дитини з потребою вазопресорної підтримки. До першої групи увійшли 16 дітей, які отримували ентеральне харчування у зростаючому об'ємі (**від 10 мл/кг/добу до 160 мл/кг/добу**). До другої групи увійшли 9 недоношених новонароджених дітей, які не отримували ЕХ у зв'язку з тимчасовими протипоказами (згідно клінічного протоколу «Ентеральне харчування недоношених дітей» [9]). Діти потребували інвазивної або неінвазивної вентиляції легень, їм проводилось повне або часткове парентеральне харчування.

Період дослідження включав листопад 2023 року – травень 2024 року. Дослідження схвалене комісією з етики Дніпровського державного медичного університету. Письмова згода була отримана від батьків або опікунів кожного учасника. Робота виконана у рамках ініціативної науково-дослідної роботи кафедри педіатрії 3 та неонатології ДДМУ «Підходи до діагностики та лікування хвороб дитячого віку з позиції безпеки пацієнта».

Новонародженим проводилась електронна аускультация КШ з використанням електронного фонендоскопу 3M™ Littmann® CORE 2 Digital Stethoscope (рис. 1).



Рис. 1. Зображення електронного стетоскопа 3M™ Littmann® CORE Digital Stethoscope, який використовувався для отримання безперервного 60-секундного запису кишкових шумів.

Отримували безперервний 60-секундний запис кишкових шумів, проводили комп'ютеризований цифровий запис (режим діафрагми heart+pulm (широкосмуговий) з 40-кратним посиленням та активним шумопоглинанням з максимальною гучністю на піковій частоті 125 Гц), ручний підрахунок та верифікацію пагернів кишечних шумів. Область вислуховування – права клубова ямка під пупком в положенні дитини лежачи на спині. Цифровий стетоскоп був підключений через Bluetooth до телефону за допомогою програмного забезпечення

Еко App з метою візуалізації, запису та передачі ідентифікованого файлу сигналу для розширеного аналізу. Дослідження проводили між 30 і 120 хвилинами до та після ентерального введення грудного молока або адаптованої молочної суміші через назогастральний зонд або 1 раз в день, якщо дитина не годувалась ентерально.

Кожен із зроблених записів аналізували за типом звуку, що включав визначення тривалості звуку в секундах, відносної амплітуди, форми звуку, інтервалу між звуками (рис. 2).

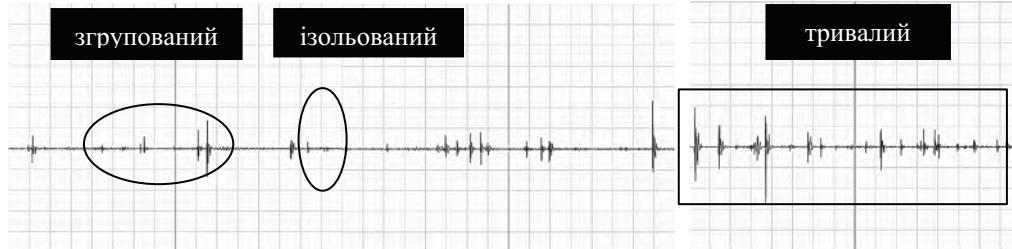


Рис. 2. Цифровий запис форми сигналу кишкових шумів (ізолюваний, згрупований, тривалий звуку), отриманий за допомогою електронного стетоскопа 3M™ Littmann® CORE Digital Stethoscope. На осі абсцис відкладено час, що минув (загалом 60 сек), а на осі у – відносна амплітуда звуку.

Отримані кишкові звуки були оцінені згідно класифікації Siok Siong Ching and Yih Kai Tan [10]. Визначали наступні види звуків: ізолювані, згруповані та тривалі. Звуки були описані як «ізолювані», коли вони виникали ізолювано і не тривали більше 0,5 сек. та були розташовані більш ніж за 0,2 сек. один від одного. Сплеск ізолюваного звуку – це одна вертикальна лінія протягом дуже короткого періоду. Звуки описувалися як «згруповані», коли вони виникали безперервно протягом більше 0,5 сек. і розпізнавались на слух як серія окремих ефектів «тріскання». Тривалі звуки реєструвались безперервно довше 4 сек. [10]. Інтервал між звуками визначався періодом між закінченням одного звуку та початком наступного. Проводилась оцінка записів, які були виконані в різних вікових категоріях дітей: ПКВ 24-28 тижнів, 28-31 тиждень, 32-33 тижні, 34-36 тижнів.

Для статистичного порівняння значень кількісних показників досліджуваних груп (з урахуванням вибірок з невідомим розподілом) використовували критерій Mann-Whitney (порівняння даних двох незалежних груп), критерій Kruskal-Wallis (порівняння трьох і більше незалежних груп); парного критерій

Wilcoxon (порівняння двох залежних груп). Для всіх видів аналізу критичне значення рівня значущості (p) приймалося < 0,05.

Результати

До групи дітей, які не отримували ЕХ, були включені 2 дівчаток та 7 хлопчиків. Гестаційний вік при народженні становив 24-31 тижнів. Причиною для проведення повного парентерального харчування на момент обстеження були ознаки непереносимості ЕХ, НЕК 1А-2А ст. [9]. Проведений аналіз 23 записів кишкових звуків. У 4 випадках (17,4 %) реєстрація звуків була відсутньою, у 16 випадках (69,6 %) реєструвались тільки ізолювані звуки, у 3 випадках (13,0 %) реєструвались ізолювані та згруповані звуки. Тривалі кишкові звуки не були зареєстровані в групі. Середній інтервал між звуками становив $9,63 \pm 2,04$ сек (Me – 8,68 сек).

У табл. 1 представлені медіана та мінімум і максимум кількості кишкових звуків різних типів, зареєстрованих на записі в групі новонароджених дітей, які ентерально не харчувались, у залежності від ПКВ.

Таблиця 1

Кількість кишкових шумів різних типів зареєстрованих на записі в групі новонароджених дітей, які не мали ЕХ, у залежності від постконцептуального віку

Постконцептуальний вік	Кількість звуків певного типу, зареєстрована протягом запису, Me (Min – Max)			Інтервал між звуками (сек), Me (Min – Max)
	ізолюваних	згрупованих	тривалих	
26-28 тижнів	4,0 (2,0-5,0)	0 (0-1,0)	0 (0-0)	10,0 (1,03-11,8)
28-31 тиждень	4,0 (0-12,0)	0 (0-0)	0 (0-0)	8,80 (0-27,6)
32-33 тижні	3,0 (0-25,0)	0 (0-3,0)	0 (0-0)	2,23 (0-26,2)
34-36 тижнів	1,5 (0-3,0)	0 (0-0)	0 (0-0)	14,1 (0-28,2)

До групи дітей, які отримували ЕХ на момент обстеження, були включені 10 дівчаток та 6 хлопчиків.

Гестаційний вік при народженні становив 25-31 тижнів. Діти отримували ЕХ у зростаючому об'ємі. При

проведенні обстеження до годування (49 записів) в 11 випадках (22,4 %) реєструвались тільки ізольовані звуки, у 36 випадках (73,5 %) – ізольовані та згруповані звуки, у 2 випадках (4,1 %) реєструвались звуки всіх типів. Середній інтервал між звуками становив $2,10 \pm 0,27$ сек. (Me – 1,55 сек.). При обстеженні після годування (47 записів) у 14 випадках (29,8 %) реєструвались тільки ізольовані звуки, у 30 випадках (63,8 %)

реєструвались ізольовані та згруповані звуки, в 3 випадках (6,4 %) – звуки всіх типів. Середній інтервал між звуками становив $2,93 \pm 0,42$ сек (Me – 1,76 сек.).

У табл. 2 представлені медіана та мінімум і максимум кількості кишкових звуків різних типів, зареєстрованих на записі в групі новонароджених дітей, які ентгально харчувались (до годування), у залежності від ПКВ.

Таблиця 2

Кількість кишкових шумів різних типів, зареєстрованих на записі в групі новонароджених дітей, які мали ЕХ (до годування), у залежності від постконцептуального віку

Постконцептуальний вік	Кількість звуків певного типу зареєстрована протягом запису, Me (Min – Max)			Інтервал між звуками (сек), Me (Min – Max)
	ізольованих	згрупованих	тривалих	
28-31 тиждень	25,0 (5,0-45,0)*	1,5 (0-9,0)*	0 (0-1,0)	1,91 (0,68-3,32)*
32-33 тижні	31,5 (23,0-44,0)*	3,0 (0-6,0)*	0 (0-0)	1,48 (0,95-2,64)
34-36 тижнів	31,0 (12,0-46,0)*	3,0 (0-9,0)	0 (0-0)	13,5 (0,98-4,57)

Примітка. * – достовірність відмінностей відповідних показників груп дітей, які харчувались та не харчувались ($p < 0,05$, підрахунок критерію Mann-Whitney).

При порівнянні результатів обстеження новонароджених відповідного ПКВ, які годувались та не годувались, були отримані наступні дані. У новонароджених з ПКВ 28-31 тиждень достовірно відрізнялась ($p < 0,05$, підрахунок критерію Mann-Whitney) кількість виявлених ізольованих звуків (достовірно вища в групі дітей, які годувались), кількість згрупованих звуків (достовірно вища в групі дітей, які годувались). Достовірно більшим був інтервал між КШ у групі новонароджених, які не годувались. У новонароджених з ПКВ 32-33 тиждень

достовірно відрізнялись ($p < 0,05$) кількість ізольованих звуків (достовірно вища в групі дітей, які годувались), кількість згрупованих звуків (достовірно вища в групі дітей, які годувались). У групі дітей з ПКВ 34-36 тижнів достовірно відрізнялась ($p < 0,05$) кількість ізольованих звуків (значно вища у групі дітей, які годувались).

У табл. 3 представлені медіана та мінімум і максимум кількості кишкових звуків різних типів, зареєстрованих на записі в групі новонароджених дітей, які мали ЕХ (після годування), у залежності від ПКВ.

Таблиця 3

Кількість кишкових шумів різних типів, зареєстрованих на записі в групі новонароджених дітей, які мали ЕХ (після годування), у залежності від постконцептуального віку

Постконцептуальний вік	Кількість звуків певного типу зареєстрована протягом запису, Me (Min – Max)			Інтервал між звуками (сек), Me (Min – Max)
	ізольованих	згрупованих	тривалих	
28-31 тиждень	18,0 (1,0-39,0)	1,0 (0-10,0)	0 (0-2,0)	2,14 (0-8,73)
32-33 тижні	29,5 (2,0-44,0)	2,5 (0-13,0)	0 (0-1,0)	1,65 (0,94-15,2)
34 тижні і більше	29,0 (17,0-43,0)	4,0 (0-10,0)	0 (0-1,0)	1,49 (0,67-3,64)

Використання парного критерію Wilcoxon вказало на наявність достовірної різниці ($p < 0,05$) у частоті реєстрації ізольованих звуків до та після годування та тривалості інтервалу між звуками. При аналізі даних без урахування ПКВ відзначалось достовірне зменшення кількості ізольованих звуків після їжі з $29,4 \pm 1,49$ (Me – 30,0, Min – 5,0 Max – 46) до $24,5 \pm 1,89$ (Me – 28,0, Min – 1,0 Max – 44) та збільшення тривалості інтервалу між

звуками з $2,10 \pm 0,27$ (Me – 1,54, Min – 0,68 Max – 13,3) до $2,93 \pm 0,42$ (Me – 1,75, Min – 1,0 Max – 15,2).

Було також проведено порівняння характеристик кишкових звуків у загальній групі спостереження (в групі ЕХ обирався запис до годування) залежно від ПКВ (табл. 4). Зі збільшенням ПКВ відбувалось достовірне зростання частоти реєстрації ізольованих звуків, зміни інших показників у нашому дослідженні не були достовірними.

Таблиця 4

Характеристики кишкових шумів різних типів у загальній групі спостереження залежно від постконцептуального віку

Постконцептуальний вік	Кількість звуків певного типу зареєстрована протягом запису, Me (Min – Max)			Інтервал між звуками (сек), Me (Min – Max)
	ізольованих*	згрупованих	ізольованих	
26-28 тижнів	4,0 (2,0-5,0)	0 (0-1,0)	0 (0-1,0)	10,04 (1,03-11,84)
28-31 тиждень	16,0 (0-45,0)	0 (0-9,0)	0 (0-1,0)	2,41 (0-27,6)
32-33 тижні	26,0 (0-44,0)	2,0 (0-6,0)	0 (0-1,0)	1,55 (0-26,2)

34-36 тижнів	31,0 (0-46,0)	2,0 (0-9,0)	0 (0-2,0)	1,35 (0-28,2)
--------------	---------------	-------------	-----------	---------------

Примітка. * – достовірність відмінностей відповідних показників груп дітей ($p < 0,05$, підрахунок критерію Kruskal-Wallis)

Обговорення

Кишкові звуки мають багатообіцяючий потенціал як неінвазивний метод діагностики. У нещодавньому систематичному огляді [14] зроблено висновок, що комп'ютеризований аналіз звуків кишечника є перспективним у галузі діагностичної та прогностичної гастроентерології. Дослідження мають бути зосереджені на створенні системи, яка не лише ефективно записує кишкові шуми, але й точно інтерпретує результати. Використовуючи цю систему, можна створити велику базу даних для нормальних і патологічних звуків кишечника, щоб підвищити точність комп'ютерної інтерпретації [1, 14].

Незважаючи на обмежені знання про генез кишкових шумів, фоноентерограми застосовували при різних станах, у тому числі, і в контексті догляду за новонародженими [1, 13]. Недоношені немовлята мають незрілу травну систему та схильні до різноманітних шлунково-кишкових захворювань [1]. Рентгенологічні методи, незважаючи на те, що вони дуже специфічні, затримують час встановлення діагнозу та не можуть використовуватися для моніторингу шлунково-кишкового тракту. Дослідження показали високу точність кишкових звуків у діагностиці ранніх стадій розвитку НЕК, а також для визначення відповідного часу для ентерального харчування [13, 15].

Вважають, що поява кишкових звуків є наслідком багатьох компонентів: міоелектричної активності кишечника, перистальтики кишечника, передачі енергії між вмістом просвіту, кількості повітря в просвіті кишечника, типу скорочень. Найбільш вивченою є перистальтика, яка включає скоординовані кругові та поздовжні скорочення, маятникові та сегментаційні скорочення [6,15].

Згідно опублікованих досліджень, можна надати наступну структурно-функціональну характеристику різним звукам кишечника. Шлунок є найактивнішим місцем вироблення звуку кишечника, наступною є товста кишка, а потім тонка кишка [1]. Ізольований звук – гучний звук, описаний як «лопання бульбашок», який виникає внаслідок того, що частота перистальтики шлунку та розслаблення пілоричного сфінктера не збігаються, що призводить до ударів їжі об закритий сфінктер. Перистальтичні хвилі виникають приблизно 3 рази на хвилину або кожні 20 секунд [1]. Тож, збільшення кількості ізольованих звуків, як зі збільшенням ПКВ, так і з появою здатності до ЕХ, скоріше за все, є відображенням покращення перистальтики шлунку у передчасно народжених дітей. Тоді, можливо, зменшення кількості ізольованих звуків після їжі є проявом певної узгодженості між перистальтикою шлунку та розслабленням пілоричного сфінктера.

Згруповані звуки можуть бути проявом активності тонкого та товстого кишечника. Кишкові шуми, які виникають із тонкої кишки, мають відмінні риси, а саме: патерн – повільне підвищення та поступове затихання, або повільне підвищення з піком та раптовим знижен-

ням, або різке підвищення та поступове зниження; ритм – кожен шум кишечника триває від двох до трьох секунд, причому кілька звуків виникають в одному місці протягом кількох хвилин; інтенсивність – гучні звуки [1]. Рухи в проксимальному відділі товстої кишки пояснюються двома теоріями, а саме, антиперистальтикою та мішечними коливаннями. Їжа, що рухається від клубової кишки до сліпої кишки, діє як подразник, який змушує сліпу кишку скорочуватися та утворювати сліпий мішок, який тимчасово перешкоджає просуванню їжі, створюючи зону високого тиску. Завдяки цьому градієнту тиску їжа штовхається назад до сліпої кишки, і вона вдаряється по ілеоцекальному клапану, створюючи таким чином звук. Це явище називається антиперистальтикою. Виникає звук, який описується як безперервний тріск і булькання [1].

Як зазначалось раніше, у новонароджених з ПКВ 28-31 тиждень та ПКВ 32-33 тиждень у разі можливості проведення ЕХ кількість згрупованих звуків була достовірно вищою порівняно з дітьми, які не годувалися, відповідного ПКВ.

Нижчі показники інтервалів між КШ в групі новонароджених з ПКВ 28-31 тиждень, які годувались, скоріше за все, є відображенням кращої перистальтичної активності кишечника.

Тривалі звуки, скоріше за все, являють собою збірне поняття, коли декілька різних звуків накладаються на один одного і так формується один тривалий звук, який рідко реєструється під час записів.

Висновки

Отже, оцінка КШ може бути специфічним маркером здорового та життєздатного кишечника. Зокрема, зростання кількості ізольованих та згрупованих звуків кишечника, а також зменшення інтервалів між звуками відзначається у недоношених немовлят з готовністю до ЕХ, на відміну від дітей з непереносимістю ЕХ. Збільшення ПКВ також супроводжується збільшенням кількості ізольованих звуків під час спостереження. Ми припускаємо, що безперервний кількісний моніторинг звуків кишечника у новонароджених може мати клінічну користь у надзвичайно недоношених немовлят і у доношених немовлят із групи високого ризику, які мають ризик дисфункції кишечника.

Ймовірно, існують інші комбінації КШ, підтипи КШ, які можна виявити, змінивши умови дослідження. Подальше вивчення характеристик цих КШ у вигляді автоматизованого аналізу кишкового звуку (запис кишкового звуку та аналіз форми хвилі) мають потенціал для клінічного застосування в оцінці новонароджених з непереносимістю ЕХ, особливо у крайній недоношених немовлят.

Окрім того слід зазначити, що оцінка шлунково-кишкового тракту новонародженої дитини є багатокомпонентним процесом, крім аускультативної для визначення перистальтики кишечника необхідний ретельний клінічний огляд живота та додаткові методи дослідження,

і, як наслідок, вивчення діагностичної значущості КШ в контексті конкретних клінічних проблем.

Конфлікт інтересів. Авторі заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Джерела фінансування. Це дослідження на момент виконання не отримало зовнішнього фінансування.

Література:

- Priyadarshi A, Tracy M, Kothari P, Sitaula C, Hinder M, Marzbanrad F, et al. Comparison of simultaneous auscultation and ultrasound for clinical assessment of bowel peristalsis in neonates. *Front Pediatr* [Internet]. 2023 [cited 2024 May 19];11:1173332. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10546054/> DOI: <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1173332>
- Gu Y, Lim HJ, Moser MA. How useful are bowel sounds in assessing the abdomen? *Dig Surg*. 2010;27(5):422-6. DOI: <https://doi.org/10.1159/000319372>
- Priyadarshi A, Hinder M, Badawi N, Luig M, Tracy M. Continuous positive airway pressure belly syndrome: challenges of a changing paradigm. *Int J Clin Pediatr*. 2020;9(1):9-15. DOI: <https://doi.org/10.14740/ijcp352>
- Nowak JK, Nowak R, Radzikowski K, Grulkowski I, Walkowiak J. Automated Bowel Sound Analysis: An Overview. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 9];21(16):5294. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/16/5294> DOI: <https://doi.org/10.3390/s21165294>
- Dumas J, Hill KM, Adrezin RS, Alba J, Curry R, Campagna E, et al. Feasibility of an electronic stethoscope system for monitoring neonatal bowel sounds. *Conn Med*. 2013;77(8):467-71.
- Drake A, Franklin N, Schrock JW, Jones RA. Auscultation of Bowel Sounds and Ultrasound of Peristalsis Are Neither Compartmentalized Nor Correlated. *Cureus* [Internet]. 2021 [cited 2024 May 12];13(5): e14982. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8202454/> DOI: [10.7759/cureus.14982](https://doi.org/10.7759/cureus.14982)
- Priyadarshi A, Rogerson S, Hinder M, Tracy M. Neonatologist performed point-of-care bowel ultrasound: is the time, right? *Australas J Ultrasound Med*. 2019;22(1):15-25. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajum.12114>
- Egesa WI, Waibi WM. Bubble Nasal Continuous Positive Airway Pressure (bNCPAP): An Effective Low-Cost Intervention for Resource-Constrained Settings. *Int J Pediatr* [Internet]. 2020 [cited 2024 Jun 6];2020:8871980. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/8871980> DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8871980>
- Про затвердження Уніфікованого клінічного протоколу вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги «Ентеральне харчування недоношених немовлят. Наказ МОЗ України від 05.05.2021р. № 870 [Інтернет]. Київ; 2021 [цитовано Лип 9]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0870282-21#Text>.
- Ching SS, Tan YK. Spectral analysis of bowel sounds in intestinal obstruction using an electronic stethoscope. *World J Gastroenterol*. 2012;18(33):4585-92. DOI: <https://doi.org/10.3748/wjg.v18.i33.4585>
- Georgoulis B. Bowel sounds. *Proc R Soc Med*. 1967;60(9):917-20.
- Redij R, Kaur A, Muddaloor P, Sethi AK, Aedma K, Rajagopal A, et al. Practicing Digital Gastroenterology through Phonoenterography Leveraging Artificial Intelligence: Future Perspectives Using Microwave Systems. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2023 [cited 2024 Jul 1];23(4):2302. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/4/2302> DOI: <https://doi.org/10.3390/s23042302>
- Hill JM, Regan MS, Adrezin RS, Eisenfeld L. System for recording the bowel sounds of premature infants. *Front. Biomed. Devices*. 2008;38101:37-8. DOI: <https://doi.org/10.1115/BioMed2008-38101>
- Sitaula C, He J, Priyadarshi A, Tracy M, Kavehei O, Hinder M, et al. Neonatal Bowel Sound Detection Using Convolutional Neural Network and Laplace Hidden Semi-Markov Model. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*. 2022;30:1853-64. DOI: <https://doi.org/10.1109/TASLP.2022.3178225>
- Du P, Paskaranandavivel N, Angeli TR, Cheng LK, O'Grady G. The virtual intestine: in silico modeling of small intestinal electrophysiology and motility and the applications. *Wiley Interdiscip Rev Syst Biol Med*. 2016;8(1):69-85. DOI: <https://doi.org/10.1002/wsbm.1324>

CHARACTERISTICS OF BOWEL SOUNDS IN PRETERM INFANTS OF DIFFERENT POST-CONCEPTIONAL AGE

T. Mavropulo, A. Khorosh

**Dnipro State Medical University
(Dnipro, Ukraine)**

Summary.

Assessment of the intestinal status of preterm infants is key to early diagnosis of potentially dangerous conditions. Decreased or absent bowel sounds during a short period of observation may indicate serious conditions such as sepsis or necrotizing enterocolitis (NEC) in newborns. The method of detecting bowel sounds using an electronic stethoscope can be used to obtain visual waveforms, which leads to increased objectivity in the analysis of bowel sounds. However, there are currently insufficient data to characterize normal bowel sound activity in preterm infants requiring enteral nutrition.

The purpose of our study was to investigate the characteristics of bowel sounds obtained by electronic auscultation in preterm infants as a function of postconceptual age (PCA) and enteral feeding status.

Materials and methods. A prospective study of premature infants was performed. Inclusion criteria: gestational age (GA) of newborns 24-32 weeks, birth weight up to 1500 g. Exclusion criteria: confirmed intestinal diseases that would contraindicate long-term enteral nutrition (EN), including congenital anomalies of the gastrointestinal tract, NEC stages 2A-3B; congenital malformations of other organs and chromosomal anomalies; critical condition of the child requiring vasopressor support. The first group included 16 children who received EN in increasing volume (from 10 ml/kg/day to 160 ml/kg/day). The second group included 9 neonates who did not receive EN due to temporary contraindications. Children required invasive or noninvasive lung ventilation, total or partial parenteral nutrition. Electronic auscultation of bowel sounds was performed with a 3M™ Littmann® CORE 2 Digital Stethoscope. The study was

performed between 30 and 120 minutes before and after the administration of enteral milk through a nasogastric tube, or once daily if the infant was not enterally fed. A continuous 60-second recording of bowel sounds was obtained, digitally recorded, manually counted, and reviewed for patterns of bowel sounds. The bowel sounds obtained were classified according to the classification of Siok Siong Ching and Yih Kai Tan. The following types of sounds were identified: isolated, grouped, and prolonged. The interval between sounds was determined by the time between the end of one sound and the beginning of the next. Recordings were analyzed in terms of PCA: 26-28 weeks, 28-31 weeks, 32-33 weeks, 34-36 weeks.

Results. We analyzed 23 recordings of bowel sounds from the group of children who did not receive EN. In 4 cases (17.4 %) no bowel sounds were recorded, in 16 cases (69.6 %) only isolated sounds were recorded, in 3 cases (13.0 %) isolated and grouped sounds were recorded. No prolonged bowel sounds were recorded in the group. The mean interval between sounds was 9.63 ± 2.04 seconds (Me - 8.68 seconds). In the group of neonates receiving EN at the time of examination before feeding (49 recordings), in 11 cases (22.4 %) only isolated sounds were recorded, in 36 cases (73.5 %) isolated and grouped sounds were recorded, in 2 cases (4.1 %) sounds of all types were recorded. The mean interval between sounds was 2.10 ± 0.27 seconds (Me - 1.55 seconds). During the post-feeding examination (47 recordings), in 14 cases (29.8 %) only isolated sounds were recorded, in 30 cases (63.8 %) isolated and grouped sounds were recorded, in 3 cases (6.4 %) sounds of all types were recorded. The mean interval between sounds was 2.93 ± 0.42 seconds (IQR – 1.76 seconds). In neonates at 28-31 weeks gestational age who were enterally fed, the number of isolated bowel sounds detected was significantly higher (compared to the group of neonates who were not fed), as was the number of grouped sounds. The interval between bowel sounds was significantly longer in the group of neonates who were not fed. In neonates with PCA at 32-33 weeks, the number of isolated and grouped sounds was significantly higher than in neonates who were not breastfed. In the group of infants with a PCA of 34-36 weeks, the number of isolated sounds was also significantly higher. A significant difference was found in the number of isolated sounds before and after feeding and in the duration of the interval between sounds. When the data were analyzed without regard to PCA, there was a significant decrease in the number of isolated sounds after eating from 29.4 ± 1.49 to 24.5 ± 1.89 and an increase in the duration of the interval between sounds from 2.10 ± 0.27 to 2.93 ± 0.42 . In the general observation group, with an increase in PCA, there was a significant increase in the frequency of recording isolated sounds, changes in other indicators in our study were not significant.

Conclusions. Accurate assessment of bowel sounds serves as a specific marker of a healthy and viable bowel. In particular, an increase in the number of isolated and grouped sounds, as well as a decrease in the intervals between sounds, is noted in premature infants ready for enteral feeding, as opposed to infants with feeding intolerance. An increase in PCA is also associated with an increase in the number of isolated sounds during observation. We believe that quantitative monitoring of neonatal bowel sounds may be of clinical benefit in preterm infants at risk for bowel dysfunction.

Key words: Bowel Sounds; Auscultation; Electronic Stethoscope; Enteral Feeding; Preterm Infants; Gestational Age; Post-conceptual Age.

Контактна інформація:

Мавропуло Т. К. – д.мед.н., професор, завідувачка кафедри педіатрії 3 та неонатології Дніпровського державного медичного університету (м. Дніпро, Україна).

e-mail: mavropulotk@ukr.net

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

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

Хорош А. А. – аспірантка кафедри педіатрії 3 та неонатології Дніпровського державного медичного університету (м. Дніпро, Україна).

e-mail: akhorosh25@gmail.com; контактний тел.: +38 (095)935 56 80.

Contact Information:

Tetiana Mavropulo – MD, Professor, Chief Department of Pediatrics 3 and Neonatology of the Dnipro State Medical University (Dnipro, Ukraine).

e-mail: mavropulotk@ukr.net

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

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

Anna Khorosh – post-graduate student Department of Pediatrics 3 and Neonatology of the Dnipro State Medical University (Dnipro, Ukraine).

e-mail: akhorosh25@gmail.com.



Надійшло до редакції 11.08.2024 р.
Підписано до друку 19.09.2024 р.