

Н.А. Рыбалко<sup>1</sup>, Н.Н. Кораблева<sup>2</sup>, Н.П. Котлукова<sup>3</sup>, Л.М. Макаров<sup>4</sup>

## КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева», Москва; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина», г. Сыктывкар; <sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ, Москва; <sup>4</sup>ФГБУЗ «Центральная детская клиническая больница Федерального медико-биологического агентства», центра синкопальных состояний и сердечных аритмий у детей и подростков ФМБА России, Москва, РФ



Значимость данного исследования обусловлена необходимостью определения нормативных параметров суточной ЭКГ и паттерна дыхания у здоровых детей первого года жизни. Цель исследования: определение частоты и продолжительности эпизодов апноэ и периодического дыхания (ПД), установление нормативных параметров частоты сердечных сокращений (ЧСС), вариабельности сердечного ритма (ВСР) у здоровых детей первого года жизни по данным кардиореспираторного мониторинга. Материалы и методы исследования: обследованы 140 здоровых детей. 1-ю группу составили 73 новорожденных ребенка первых суток жизни ( $2\pm 1,128$ ). 2-я группа – 37 детей в возрасте от 1 до 6 месяцев ( $3\pm 1,25$ ). 3-я группа – 30 детей в возрасте от 6 до 12 месяцев включительно ( $8,5\pm 2,03$ ). Всем детям было проведено 24-часовое холтеровское мониторирование с записью реопневмограммы. Были проанализированы такие показатели, как ЧСС в периоды сна и бодрствования, циркадный индекс, ВСР, интервал QT, частота нарушений сердечного ритма и проводимости, количество и продолжительность эпизодов апноэ и ПД. Результаты: по данным проведенного суточного кардиореспираторного мониторинга у здоровых детей первого года жизни были установлены: 1А – параметры ВСР, показатели ЧСС в периоды сна и бодрствования; 1Б – значения частоты и продолжительности эпизодов апноэ и ПД на основе анализа суточной реопневмограммы. Также отмечено, что ПД преобладает у детей в периоде новорожденности. Полученные данные могут быть предложены как нормативные в связи с обследованием достаточно большого количества здоровых детей. Данный метод может быть широко использован как скрининговый в диагностике нарушений дыхания у младенцев.

**Ключевые слова:** суточное (24-часовое) мониторирование ЭКГ, вариабельность сердечного ритма, новорожденные, дети первого года жизни, реопневмограмма, апноэ, периодическое дыхание.

**Цит.:** Н.А. Рыбалко, Н.Н. Кораблева, Н.П. Котлукова, Л.М. Макаров. Кардиореспираторное мониторирование у здоровых детей первого года жизни. Педиатрия. 2018; 97 (3): 8–15.

Н.А. Rybalko<sup>1</sup>, N.N. Korableva<sup>2</sup>, N.P. Kotlukova<sup>3</sup>, L.M. Makarov<sup>4</sup>

## CARDIORESPIRATORY MONITORING OF HEALTHY CHILDREN IN THE FIRST YEAR OF LIFE

**Контактная информация:**

**Рыбалко Наталия Алексеевна** – врач детский кардиолог консультативного отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ  
Адрес: Россия, 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1  
Тел.: (495) 287-65-81, E-mail: natasha\_ryb@mail.ru  
Статья поступила 20.03.18, принята к печати 20.05.18.

**Contact Information:**

**Rybalko Nataliya Alekseyevna** – pediatric cardiologist at the consultative department of National Scientific-Practical Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology n.a. D. Rogachev  
Address: Russia, 117997, Moscow, Samory Mashela str., 1  
Tel.: (495) 287-65-81, E-mail: natasha\_ryb@mail.ru  
Received on Mar. 20, 2018, submitted for publication on May 20, 2018.

The significance of this study is due to the need to determine normative parameters of daily ECG and breathing pattern in healthy children of the first year of life. Objective of the research – to determine frequency and duration of apnea and periodic breathing (PB) episodes, to figure out standard parameters of heart rate (HR), heart rate variability (HRV) in healthy children of the first year of life according to cardiorespiratory monitoring data. Materials and methods: 140 healthy children were examined. The 1<sup>st</sup> group included 73 newborns of the first day of life ( $2\pm 1,128$ ). The 2<sup>nd</sup> group included children aged 1 to 6 months ( $3\pm 1,25$ ), 3<sup>rd</sup> group – 30 children aged 6 to 12 months inclusively ( $8,5\pm 2,03$ ). All children underwent a 24-hour Holter monitoring with rheopneumogram record. Parameters such as heart rate during sleep and wakefulness, circadian index, HRV, QT interval, the frequency of heart rhythm and conduction disorders, number and duration of apnea and PB episodes. Results: according to the data of daily cardiorespiratory monitoring in healthy children of the first year of life, the following parameters were figured: 1A – HRV parameters, heart rate during sleep and wakefulness; 1B – the frequency and duration of apnea and PB episodes based on the daily rheopneumogram analysis. It was also found that PB prevails among newborn children. The obtained data can be proposed as normative due to examination of quite large number of healthy children. This method can be widely used as a screening method in the diagnosis of breathing disorders in infants.

**Keywords:** daily (24-hour) ECG monitoring, heart rate variability, newborns, children of the first year of life, rheopneumogram, apnea, periodic breathing.

**Quote:** N.A. Rybalko, N.N. Korableva, N.P. Kotlukova, L.M. Makarov. Cardiorespiratory monitoring of healthy children in the first year of life. *Pediatrics*. 2018; 97 (3): 8–15.

Последние десятилетия в нашей стране отмечается интенсивное развитие перинатальной медицины, в частности перинатальной кардиологии. Существует немало работ [1–5], в которых холтеровское мониторирование (ХМ) проводилось детям с различной патологией. Исследований, посвященных вопросам нормы суточной ЭКГ у детей первого года жизни, крайне мало [6–8]. Клиническая значимость мониторирования ЭКГ по Холтеру с записью паттерна дыхания возрастает, и особенно она актуальна у новорожденных и детей грудного возраста. Целесообразность данного исследования обусловлена необходимостью определения нормативных параметров частоты сердечных сокращений (ЧСС), вариабельности сердечного ритма (ВСР), а также количества и длительности эпизодов апноэ, которые могут наблюдаться в норме у здоровых детей первого года жизни. Описание нормативных значений количества и длительности эпизодов апноэ у здоровых детей данной возрастной группы поможет в лечении и определении тактики ведения детей с синдромом апноэ младенцев и недоношенных детей.

Целью исследования явилось определение частоты и продолжительности эпизодов апноэ и периодического дыхания (ПД) у здоровых детей первого года жизни на основе анализа суточной реопневмограммы, установление нормативных параметров ЧСС и ВСР у здоровых детей первого года жизни по данным суточного мониторирования ЭКГ.

#### Материалы и методы исследования

Обследованы 140 детей, из них 73 здоровых новорожденных (35 мальчиков, 38 девочек) и 67 здоровых детей первого года жизни (21 мальчик, 44 девочки).

Всем детям было проведено 24-часовое ХМ с записью реопневмограммы (1 канал). Основную часть исследования проводили на аппаратно-программном комплексе «Cardio Day» (Getemed, Германия), другая была проведена на аппаратно-программном комплексе «Кардиотехника-04-3Р» (ЗАО «Инкарт», Санкт-Петербург, Россия). В обоих аппаратах регистрировали 3 канала ЭКГ и трансторакальный импеданс по 4-му каналу, который отражает уровень дыхательной активности пациента. Длительность записи ( $M\pm\delta$ ) у новорожденных детей составила  $20,1\pm 3$  ч, у детей от месяца и старше –  $21,4\pm 2,4$  ч.

Новорожденным детям обследование проводили в родильном доме совместного пребывания матери и ребенка г. Москвы (родильный дом № 25) и г. Сыктывкар (родильный дом ГУ РК «Кардиологический диспансер») перед выпиской домой. Детям от 1 месяца и старше обследование было выполнено в стационаре дневного пребывания Перинатального кардиологического центра при ГКБ № 67.

Статистическая обработка данных проведена с помощью программы STATISTICA 7.0, использовали методы описательной статистики (параметрическая и непараметрическая статистика), для оценки статистической достоверности различий использовали тест Манна–Уитни.

Все обследуемые дети были разделены на 3 группы. 1-ю группу составили 73 новорожденных ребенка первых суток жизни ( $2\pm 1,128$  дни), 2-ю группу – 37 детей в возрасте от 1 до 6 месяцев ( $3\pm 1,25$  мес), 3-ю группу – 30 детей в возрасте от 6 до 12 месяцев включительно ( $8,5\pm 2,03$  мес). На вышеизложенном разделении на группы мы остановились в связи с тем, что нами не было получено достоверных различий в исследуемых показателях при попытке распределения обследуемых на большее число групп (0–1, 1–3, 3–6, 6–8, 8–12 месяцев).

Показатели ЧСС и ЦИ по данным ХМ у новорожденных и детей первого года жизни

ЧСС, уд/ мин	Новорожденные (Med и 3–97%) 1	Дети 1–6 месяцев (Med и 3–97%) 2	P <sub>1-2</sub>	Дети 6–12 месяцев (Med и 3–97%) 3	P <sub>2-3</sub>
ЧСС средняя суточная	130 (111–140)	133 (122–152)	p=0,001	123,5 (112–142)	p=0,0002
ЧСС средняя бодрствования	139 (118–152)	146 (130–160)	p=0,00002	138 (125–160)	p=0,0001
ЧСС средняя ночного сна	120 (103–134)	123 (106–143)	p=0,231	112 (92–136)	p=0,0001
ЧСС, мин/мин	95 (80–110)	106 (93–115)	p=0,0001	96 (75–117)	p=0,0003
ЧСС, max/мин	192 (168–215)	190 (164–216)	p=0,728	177 (149–214)	p=0,011
Циркадный индекс	1,14 (1,05–1,23)	1,18 (1,08–1,33)	p=0,004	1,23 (1,1–1,39)	p=0,027

Критерии включения в группу новорожденных: отсутствие отягощенного акушерско-гинекологического анамнеза у матери ребенка, нормальные морфометрические показатели при рождении, оценка по шкале Апгар на 1-й минуте – 8 баллов и выше, на 5-й минуте – 8 баллов и выше, срок гестации к моменту родов 38–41 нед, роды самопроизвольные, отсутствие патологических изменений в гемограмме, уровне гликемии, показателях общего билирубина сыворотки, отсутствие патологических изменений на фрагментарной ЭКГ, отсутствие неврологической симптоматики и патологических изменений со стороны сердечно-сосудистой системы при клиническом осмотре, согласие родителей на проведение исследования. Морфометрические показатели при рождении: масса тела  $3450 \pm 326$  г, длина  $52 \pm 1,94$  см. Возраст матери на момент родов  $28 \pm 5,785$  лет. Дети преимущественно были от первых родов.

В группы детей старше 1 месяца были включены доношенные дети с морфометрическими показателями в пределах 50–75-го перцентилей, с отсутствием неврологической симптоматики и патологических изменений со стороны сердечно-сосудистой системы при клиническом осмотре, с отсутствием патологических изменений на фрагментарной ЭКГ и гемодинамически значимых изменений по данным ЭХОКГ, с нормальными показателями гемограммы и биохимического анализа крови. Мы также получали согласие родителей на проведение исследования. У 30% всех детей от 1 месяца и старше было диагностировано открытое овальное окно с лево-правым сбросом.

### Результаты и их обсуждение

По всем анализируемым параметрам между мальчиками и девочками в одной возрастной группе не было получено достоверных различий, поэтому разделение внутри групп по гендерному признаку было нецелесообразно. Следует отметить, что проведение ХМ у детей первого года жизни имеет некоторые особенности: отсутствие как такового ночного и дневного сна у новорожденных и детей первых месяцев жизни, обязательное ведение дневника матерью ребен-

ка, учет кормлений, сна, плача. Периоды сна и бодрствования оценивали по дневнику, который вели матери обследуемых детей, и тренду ЧСС. Среднюю ЧСС в периоды бодрствования или сна рассчитывали как среднее арифметическое всех измеренных ЧСС за периоды бодрствования или сна. Динамика ЧСС в период сна и бодрствования представлена в табл. 1.

Как видно из табл. 1, ЧСС достоверно отличалась во всех исследуемых группах. Наибольшая ЧСС была отмечена у детей в группе от 1 до 6 месяцев, что, вероятно, обусловлено большей двигательной активностью, чем у новорожденных детей. Во втором полугодии жизни ЧСС достоверно снижалась.

Полученные данные по среднесуточной ЧСС у новорожденных совпадают с ранее проведенными исследованиями [6, 7]. У детей старше месяца нами были отмечены более низкие значения ЧСС, чем в ранее опубликованных работах [8, 9], что, вероятно, обусловлено возрастом обследуемых детей.

Циркадный индекс (ЦИ), определяемый как отношение средней дневной ЧСС (период бодрствования) к средней ночной ЧСС, отражает циркадную динамику ЧСС, являясь важным показателем функционирования вегетативной нервной системы [10]. У здоровых людей значения ЦИ не имеют существенных половозрастных различий. У детей первого года жизни значения ЦИ снижены по сравнению с более старшим возрастом: от 1,15 у детей 0–3 месяцев до 1,2 в 6–12 месяцев [8]. В нашем исследовании мы получили идентичные данные (табл. 1).

ВСП признана наиболее информативным методом неинвазивной оценки состояния автономной нервной системы в клинической практике [11]. Этот метод основан на изучении изменчивости продолжительности RR-интервалов за определенные промежутки времени и позволяет определить частотные и временные характеристики ритма сердца, связанные с влиянием различных звеньев автономной регуляции сердечной деятельности [11]. Анализ ВСП – это автоматическая функция, входит в большинство систем ХМ. В нашей работе мы применяли временной анализ ВСП, определяя следую-

Суточная ВСП у новорожденных и детей первого года жизни

ВСП	Новорожденные (Med и 3–97%) 1	Дети 1–6 месяцев (Med и 3–97%) 2	P <sub>1-2</sub>	Дети 6–12 месяцев (Med и 3–97%) 3	P <sub>2-3</sub>	P <sub>1-3</sub>
mean	506 (429–903)	451 (395–493)	p=0,001	487,5 (422–538)	p=0,00007	p=0,032
SDNN	67 (39–98)	62 (45–89)	p=0,072	70,5 (42–118)	p=0,0035	p=0,106
SDANN	51 (27–70)	49 (36–74)	p=0,82	61,5 (34–106)	p=0,005	p=0,001
SDNNi	39 (23–61)	26 (12–40)	p=0,002	29 (16–54)	p=0,157	p=0,0004
pNN50%	3 (0–10)	2 (0–6)	p=0,26	4 (1–16)	p=0,0005	p=0,011
RMSSD	23 (8–69)	21 (9–54)	p=0,46	32 (16–87)	p=0,0006	p=0,005

Таблица 3

Количество и максимальная продолжительность пауз ритма у детей первого года жизни

Паузы ритма	Новорожденные (Med и 3–97%)	Дети 1–6 месяцев (Med и 3–97%)	Дети 6–12 месяцев (Med и 3–97%)
Количество пауз ритма	11 (1–209)	9 (1–164)	22 (1–450)
Максимальная длительность паузы ритма, мс	864 (650–969)	879 (734–1188)	959 (622–1266)

щие показатели: mean, SDNN, SDANN, SDNNi, rMSSD, pNN50%.

Показатели SDNN, SDANN, SDANNi отражают функцию «разброса» от среднего значения [12]. RMSSD характеризует функцию «концентрации ритма», т.е. способность концентрироваться вокруг среднего значения [12]. Основными показателями активности парасимпатической нервной системы являются rMSSD и pNN50%.

В табл. 2 представлены параметры суточной ВСП у новорожденных и детей первого года жизни.

Как видно из табл. 2, у новорожденных и детей от 1 до 6 месяцев отмечались наиболее низкие показатели ВСП, при этом особенно низкие значения были у RMSSD и pNN50%. Достоверных различий по этим показателям в данных возрастных группах не было.

Во втором полугодии жизни было отмечено достоверное увеличение всех показателей ВСП, что указывает на повышение парасимпатических влияний на ритм сердца с увеличением возраста обследуемых детей.

Полученные данные по ВСП в нашем исследовании существенно не отличались от более ранних работ российских и зарубежных авторов [7, 13, 14], свидетельствуя об общей физиологической закономерности у детей до года. Показатели ВСП у детей первого года жизни ниже, чем у детей старших возрастных групп. Наиболее ярко это отражено в показателях pNN50% и RMSSD, характеризующих парасимпатические влияния на ритм сердца. Их значения у детей до года и особенно у детей первого полугодия жизни самые низкие. В целом ВСП и низкие значения ЦИ у новорожденных и детей первого года жизни свидетельствуют о присущей детям данного возраста физиологической симпатикотонии.

Об оценке интервала QT у детей разных возрастов опубликовано достаточно работ. Отметим, что в данном исследовании измерение интервала QT проводили вручную на минимальной ЧСС. У новорожденных детей длительность интервала QT на минимальной ЧСС составила: med – 336 мс, 3% – 301 мс, 97% – 386 мс. У детей в группе 1–6 месяцев: med – 320 мс, 3% – 297 мс, 97% – 359 мс. У детей в группе 6–12 месяцев длительность QT на минимальной ЧСС: med – 330 мс, 3% – 293 мс, 97% – 398 мс. Таким образом, длительность интервала QT на минимальной ЧСС не превышала нормативные значения для детей данного возраста [9, 15].

Синусовая аритмия имела место во всех возрастных группах детей первого года жизни, максимальная ее выраженность была зафиксирована во втором полугодии жизни.

Наибольшее количество пауз сердечного ритма наблюдалось в группе детей от 6 до 12 месяцев. Длительность пауз ритма также нарастала с увеличением возраста обследуемых детей. Однако достоверных различий этих показателей в группах не отмечено ( $p > 0,05$ ) (табл. 3).

Эпизоды синусовой брадикардии были отмечены во всех возрастных группах детей. В группе новорожденных у 4 (5,5%) из 73 детей была зарегистрирована синусовая брадикардия с ЧСС 72–85 в минуту во время сна, на фоне которой было отмечено появление единичных выскальзывающих предсердных сокращений. У одного ребенка было зафиксировано 3 эпизода синусовой брадикардии с выскальзывающими сокращениями во время сна. Длительность эпизодов брадикардии не превышала 10 с.

В группе детей первого полугодия жизни у 4 детей (10,8%) из 37 отмечались эпизоды синусовой брадикардии с ЧСС от 60 до 90 в минуту в течение нескольких секунд. Все эпизоды были бессимптомными и наблюдались в период днев-

ного или ночного сна. У одного ребенка эпизод брадикардии был зарегистрирован во время кормления на фоне миграции водителя ритма до атриовентрикулярного соединения с ЧСС 66–90 ударов в минуту в течение 5 с с последующим быстрым восстановлением синусового ритма с ЧСС 128 в мин. Также в этой группе детей имели место короткие эпизоды (до 10–15 с) предсердного ритма с ЧСС 100–110 в мин – у 3 детей, один эпизод синус-ареста – у 2 детей, одна синоатриальная блокада II степени 2-го типа – у 2 детей.

У детей от 6 до 12 месяцев (всего n=30 детей) эпизоды синусовой брадикардии с ЧСС 60–80 в мин были зарегистрированы у 5 детей (16,7%). В основном, такие эпизоды отмечались в период сна, а их продолжительность не превышала 10 с. У одного ребенка эпизод брадикардии развился на фоне кормления и длился в течение 20 с с последующим восстановлением ЧСС до 134 в мин. В этой же группе у 3 детей были отмечены однократные эпизоды синус-ареста с максимальной паузой ритма 1266 мс, у 2 детей – эпизод миграции водителя ритма в период дневного сна, у 3 – по одному эпизоду транзитной атриовентрикулярной блокады I степени в период сна.

Нарушения сердечного ритма в виде редкой экстрасистолической аритмии были зарегистрированы у 93% новорожденных (68 детей). Преимущественно выявлялась суправентрикулярная экстрасистолия: до 20 экстрасистол за все время исследования у 66 детей; у 2 новорожденных – 74 и 100 экстрасистол соответственно за весь период исследования. Желудочковая экстрасистолия встречалась крайне редко (3 ребенка с одной–тремя экстрасистолами за весь период обследования).

В группе детей от 1 до 6 месяцев нарушения ритма сердца отмечены у 65% детей (n=24). Суправентрикулярная экстрасистолия отмечена у 83% (n=20). У 19 детей зафиксировано до 20 экстрасистол за все время исследования, у одного ребенка – 417 наджелудочковых экстрасистол. Желудочковая экстрасистолия в количестве 1–4 экстрасистол зарегистрирована у 29% детей (n=7). У одного ребенка отмечался феномен Вольфа–Паркинсона–Уайта (WPW) без приступов суправентрикулярной тахикардии. В дальнейшем мы продолжили наблюдение за этим ребенком.

В группе детей от 6 до 12 месяцев нарушения ритма диагностированы у 63% (n=19). Предсердная экстрасистолия представлена в количестве до 10 экстрасистол за все время исследования у 73,7% (n=14), желудочковая экстрасистолия в количестве 1–7 экстрасистол – у 47,4% (n=9). Других нарушений ритма в этой группе детей не отмечено.

В нашем исследовании процентная представленность нарушений ритма сердца оказалась выше, чем в ранее опубликованных исследованиях [9, 13]. Однако все выявленные нами нарушения ритма сердца были единичными, гемодина-

мически незначимыми и не влияли на состояние ребенка. Возникновение нарушений проводимости, таких как транзитная атриовентрикулярная блокада I степени, синоатриальная блокада и эпизоды синус-ареста, а также миграция водителя ритма у детей старше 1 месяца, можно объяснить возрастающим влиянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на регуляцию сердечной деятельности.

Нарушений процессов реполяризации миокарда не было зарегистрировано ни в одной группе обследуемых детей.

Как уже было сказано выше, у новорожденных детей отсутствуют как таковые периоды дневного и ночного сна, у них периоды бодрствования сменяются периодами сна. Чем старше ребенок, тем более продолжительными становятся периоды бодрствования.

В табл. 4 представлены общая продолжительность сна у детей первого года жизни и процент времени сна от общей длительности записи суточного ЭКГ-мониторирования.

Таблица 4

#### Общая продолжительность сна у детей первого года жизни

Группы	Общая длительность сна, ч (med, 3–97%)	% сна от общей длительности записи (med, 3–97%)
Новорожденные	13 (8–17)	62 (46–80)
Дети 1–6 месяцев	12 (9–15)	56 (41–71)
Дети 6–12 месяцев	11 (8–15)	54 (40–67)

Как видно из табл. 4, на сон у детей до 1 года приходится более половины всего времени суток и половина времени записи ХМ.

Оценка функции дыхания происходила на основе анализа реопневмограммы (кривой дыхательных движений). В холтеровских системах «Cardio Day» (Getemed, Германия) и «Кардиотехника-04-ЗР» (ЗАО «Инкарт», Санкт-Петербург, Россия) существует автоматический анализ дыхательных эпизодов. Однако все дыхательные эпизоды нами оценивались мануально, так как при автоматическом анализе часто имела место как гипо- или гипердиагностика дыхательных эпизодов, так и некорректная оценка их длительности.

У детей в процессе сна могут регистрироваться такие дыхательные феномены как апноэ, вздохи и ПД.

Апноэ – это респираторная пауза. Различают 3 типа апноэ: центральное, обструктивное, смешанное. Центральное апноэ возникает при отсутствии ороназального потока воздуха и движения грудной клетки. При обструктивном апноэ нарушается проходимость дыхательных путей, но сохраняются движения грудной клетки. При смешанном апноэ нарушения проходимости дыхательных путей сочетаются с периодами дыхательных движений и периодами их отсут-

ствия. Все эти типы апноэ можно распознать при проведении полисомнографического исследования [16]. Поскольку в нашем исследовании при регистрации реопневмограммы мы не определяли ороназальный поток воздуха, то разделение на типы апноэ не проводилось.

Вздохи – это глубокие вдохи, превышающие по амплитуде в 2 раза и более дыхательные движения, которые регистрируются в течение предшествующих 10 с.

ПД представляет собой 3 и более респираторные паузы продолжительностью 3 с и более, отделенные друг от друга эпизодами нормальной дыхательной активности продолжительностью 20 с и менее [16].

Вышеперечисленные дыхательные феномены наблюдаются в норме у детей на первом году жизни [17]. У взрослых ПД относится к патологическим вариантам дыхания.

Вздохи могут быть как изолированными, так и сочетаться с апноэ. Они также могут предшествовать апноэ или фиксироваться после него. Вздохи влияют на ЧСС у ребенка, приводя сначала к увеличению ЧСС, а затем к урежению [16].

На рис. 1–3 представлены различные дыхательные феномены.

Вышеперечисленные дыхательные феномены мы наблюдали во всех группах детей. Реопневмограмма регистрировалась у всех детей в ходе ХМ. Частота встречаемости апноэ в исследуемых группах детей представлена на рис. 4.

Результаты проведенного обследования показали, что апноэ до 10 с наблюдались у 100% детей во всех возрастных группах, независимо от сна. Апноэ более 10 с мы оценивали только во сне. В то же время известен факт, что у новорожденных апноэ могут наблюдаться не только во сне, но и при бодрствовании, например, при кормлении. У детей старше месяца апноэ во время бодрствования нам не встретилось ни разу. Как видно из рис. 4, с увеличением возраста обследуемых детей была отмечена тенденция к уменьшению частоты встречаемости апноэ длительностью более 10 с. Однако достоверных различий в группах по частоте встречаемости апноэ не было обнаружено ( $p > 0,05$ ).

Таблица 5

Количество апноэ длительностью более 10 с у детей первого года жизни

Группы	Количество апноэ длительностью от 10 до 15 с (med, 3–97%)	Количество апноэ длительностью свыше 15 с (med, 3–97%)
Новорожденные	11 (9–39)	1 (1–10)
Дети 1–6 месяцев	28 (6–48)	2 (1–7)
Дети 6–12 месяцев	23 (1–40)	1,5 (1–3)

\* $p$  (новорожденные и дети 1–6 мес)=0,000001; \*\* $p$  (новорожденные и дети 1–6 мес)=0,152; \* $p$  (дети 1–6 мес и дети 6–12 мес)=0,178; \*\* $p$  (дети 1–6 мес и дети 6–12 мес)=0,196.

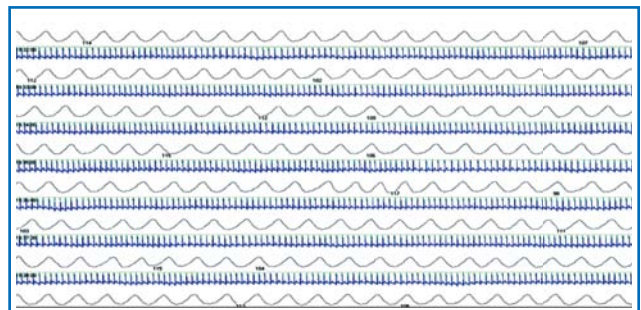


Рис. 1. Вариант нормальной пневмограммы.

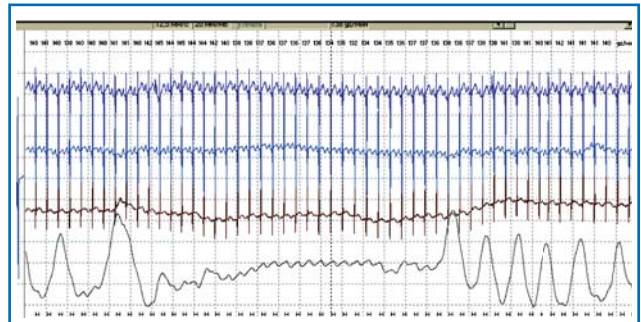


Рис. 2. Апноэ 14 с.

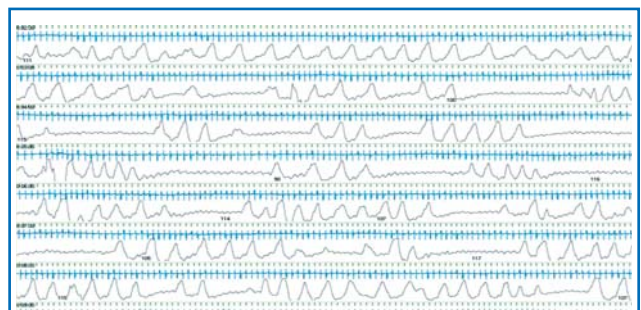


Рис. 3. Вариант ПД.

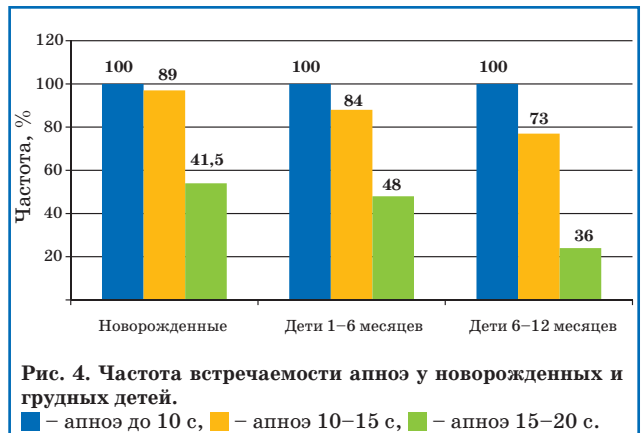


Рис. 4. Частота встречаемости апноэ у новорожденных и грудных детей.

■ – апноэ до 10 с, ■ – апноэ 10–15 с, ■ – апноэ 15–20 с.

Далее нами была проведена оценка количества апноэ длительностью более 10 с во время сна у детей в исследуемых группах (табл. 5).

Как видно из табл. 5, наибольшее количество апноэ было выявлено у детей старше одного месяца жизни. При этом в количестве эпизодов апноэ длительностью более 15 с достоверных различий в группах не было.

Следующим этапом явилось проведение анализа средней продолжительности апноэ у детей. Средняя длительность апноэ свыше 10 с составила 11 с во всех исследуемых группах детей. Средняя длительность апноэ более 15 с

Средняя длительность апноэ свыше 10 с и индекс апноэ у новорожденных и грудных детей

Длительность апноэ	Новорожденные (Med и 3–97%) 1	Дети 1–6 месяцев (Med и 3–97%) 2	P <sub>1-2</sub>	Дети 6–12 месяцев (Med и 3–97%) 3	P <sub>2-3</sub>
Средняя длительность апноэ 10–15 с	11,7 (10–13)	11 (10–12,4)	p=0,00002	11 (10–12,1)	p=0,178
Средняя длительность апноэ >15 с	16,5 (15–18)	18 (16–22)	p=0,152	16 (15–20)	p=0,196
Индекс апноэ	0,94 (0,14–3,54)	2,44 (0,75–5,17)	p=0,00004	2,13 (0,1–4,1)	p=0,362

Таблица 7

Характеристика ПД у детей первого года жизни

Периодическое дыхание	Новорожденные (Med и 3–97%) 1	Дети 1–6 месяцев (Med и 3–97%) 2	P <sub>1-2</sub>	Дети 6–12 месяцев (Med и 3–97%) 3	P <sub>2-3</sub>
Количество эпизодов ПД за все время сна	42,5 (2–104)	12,5 (2–34)	p=0,003	5 (1–18)	p=0,001
Общая длительность ПД, мин	130 (6–475)	72 (4–362)	p=0,0195	28 (3–104)	p=0,004
% времени, приходящегося на ПД во сне	15,5 (0,9–47,5)	10,7 (0,6–48,9)	p=0,051	4,3 (0,6–15)	p=0,004

была максимальной у детей в группе от 1 до 6 месяцев, составляя 18 с. При этом достоверной разницы в группах по этому показателю не отмечалось (табл. 6).

Индекс апноэ представляет собой показатель, характеризующий степень дыхательных расстройств. Он отражает среднее число апноэ за 1 ч времени сна. В нашем исследовании самый низкий индекс апноэ (для апноэ более 10 с) отмечался у новорожденных детей, составляя 0,94. У детей старше месяца индекс апноэ был 2,44 и 2,13 соответственно, достоверной разницы между группами 1–6 месяцев и 6–12 месяцев не было (табл. 6).

По данным полисомнографии в исследовании Claude Gaultier для апноэ длительностью больше 10 с, отмечены еще более низкие значения индекса апноэ у детей первого года жизни [18]. В норме у взрослых людей этот показатель не должен превышать 5 эпизодов в час. Низкие значения индекса апноэ у обследуемых детей свидетельствуют о том, что апноэ у детей первого года жизни немногочисленны и носят непатологический характер.

ПД у детей раннего возраста является разновидностью частых центральных апноэ и может наблюдаться в норме [16]. По данным И.А. Кельмансона [16], суммарная продолжительность ПД не должна превышать 5% от общего времени сна. Нами отмечена довольно высокая частота встречаемости и длительности ПД у здоровых детей первого года жизни (табл. 7), что можно рассматривать как незрелость центральных механизмов регуляции дыхания. С увеличением возраста обследуемых детей частота и продолжительность эпизодов ПД достоверно уменьшались (табл. 7).

Мы также рассчитали индекс дыхательных расстройств (ИДР) для всех эпизодов апноэ и эпизодов ПД. Он отражает среднее число эпи-

зодов апноэ и эпизодов ПД за 1 ч времени сна. В группе новорожденных детей ИДР составил med – 3,7, 3% – 0,4, 97% – 7,95; у детей от 1 до 6 месяцев – med – 3,6, 3% – 1, 97% – 6,7; у детей 6–12 месяцев – med – 2,5, 3% – 0,1, 97% – 6,1. Достоверных различий по ИДР у новорожденных и детей от 1 до 6 месяцев не было. У детей от 6 до 12 месяцев этот показатель был достоверно ниже по сравнению с детьми первого полугодия жизни. Таким образом, у новорожденных в структуре дыхательных расстройств преобладает ПД, тогда как представленность эпизодов апноэ ниже, чем у детей старше месяца. У детей старше месяца, наоборот, отмечается достоверное снижение эпизодов ПД, при этом индекс апноэ повышается по сравнению с новорожденными, оставаясь в то же время невысоким. По данным полисомнографии с увеличением возраста детей отмечается снижение представленности ПД во сне у детей первого года жизни [16, 18, 19].

Во время респираторных пауз на ЭКГ у детей отмечались: синусовая аритмия – 56,3%, паузы ритма на фоне выраженной синусовой аритмии – 18%, синусовая брадикардия с ЧСС менее 100 уд/мин – 15,4%, миграция водителя ритма по предсердиям – 14,6%, синус-арест – у 3 детей в группах старше 1 месяца. И.А. Кельмансон в своих работах по полисомнографии также указывал на наличие эпизодов миграции водителя ритма, синусовой брадикардии, синоатриальных блокад, атриовентрикулярных блокад I, II степени во время регистрации респираторных пауз [16, 20].

#### Выводы

1. По данным проведенного суточного кардиореспираторного мониторинга у здоровых детей первого года жизни были установлены:

А) параметры ВСР, показатели ЧСС в периоды сна и бодрствования;

Б) значения частоты и продолжительности эпизодов апноэ и ПД у детей первого года жизни на основе анализа суточной реопневмограммы. Также отмечено, что ПД преобладает у детей в периоде новорожденности.

2. Полученные данные могут быть предложены как нормативные в связи с обследованием достаточно большого количества здоровых детей (n=140 детей).

### Заключение

Таким образом, кардиореспираторное мони-

торирование является простым и доступным методом исследования сердечно-сосудистой системы и дыхания у детей первого года жизни. Возможность регистрации реопневмограммы с одновременной записью ЭКГ позволяет диагностировать дыхательные феномены как физиологические, так и патологические. Данный метод может быть широко использован как скрининговый в диагностике нарушений дыхания у младенцев.

*Конфликт интересов: конфликт интересов авторского коллектива отсутствует.*

### Литература

1. Jonathan R. Kaltman, Brian D. Hanna, Paul R. Gallagher, J. William Gaynor, Rodolfo I. Godínez, Ronn E. Tanel, Maully J. Shah, Victoria L. Vetter, Larry A. Rhodes. Heart Rate Variability Following Neonatal Heart Surgery for Complex Congenital Heart Disease. PACE. 2006; 29 (5): 471–478.
2. Кисленко О.А., Котлукова Н.П., Романова М.П. Диагностическое значение variability сердечного ритма у детей грудного возраста с патологией сердечно-сосудистой системы. Детская больница. 2012; 3: 23–27.
3. Гнусаев С.Ф., Шубаев А.Н. Диагностическое значение холтеровского мониторирования в выявлении нарушений сердечного ритма и вегетативной дисрегуляции у новорожденных детей, перенесших перинатальную гипоксию. Вестник аритмологии. 2006; 43: 48–52.
4. Agata Zamecznik, Jerzy Stańczyk, Agnieszka Wosiak, Katarzyna Niewiadomska-Jarosik. Time domain parameters of heart rate variability in children born as small-for-gestational age. Cardiology in the Young. 2017; 27 (4): 663–670.
5. Bojko Bjelakovic, Stevan Ilic, Lidija Dimitrijevic, Branislav Milovanovic, Gordana Kostic, Ljiljana Bjelakovic, Stevo Lukic. Heart rate variability in infants with central coordination disturbance. Early Human Development. 2010; 86 (2): 77–81.
6. Thomas Krasemann, Katrin Bente, Gerhard Burkhardt-maier. The corrected QT interval in 24 ECGs in neonates. Clin. Res. Cardiol. 2010; 99: 309–314.
7. Sudhir Ken Mehta, Dennis M. Super, David Connuck, Ann Salvator, Lynn Singer, Linda Goetz Fradley, Rose A. Harcar-Sevcik, Lester Kirchner, Elizabeth S. Kaufman. Heart Rate Variability in Healthy Newborn Infants. Am. J. Cardiol. 2002; 89: 50–53.
8. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. 3-е изд. М.: Медпрактика-М, 2008.
9. Кравцова Л.А. Критерии риска и профилактика синдрома внезапной смерти у детей первого года жизни: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2000.
10. Макаров Л.М. Структура циркадного ритма сердца при Холтеровском мониторировании. Кардиология. 1999; 11: 34–37.
11. Ардашев А.В., Лоскутов А.Ю. Практические аспекты современных методов анализа variability сердечного ритма. М.: Медпрактика-М, 2011: 26.
12. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. 2-е изд. М.: Медпрактика-М, 2003.
13. Макаров Л.М., Комятова В.Н., Зевальд С.В., Шмидт Г., Мюллер А., Гришкин А.Н. Холтеровское мониторирование у здоровых детей первых дней жизни. Кардиология. 2009; 10: 27–30.
14. Кравцова Л.А., Макаров Л.М., Школьникова М.А. Нормативные параметры циркадной variability ритма сердца у детей первого года жизни. Вестник аритмологии. 2000; 18: 43–44.
15. Зевальд С.В., Макаров Л.М., Комятова В.Н., Кравцова Л.А., Кешишян Е.С. Особенности вегетативной регуляции суточного ритма сердца и нормативные параметры интервала Q–T у доношенных новорожденных детей. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2009; 6: 13–17.
16. Кельмансон И.А. Сон и дыхание у детей раннего возраста. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2006.
17. Кельмансон И.А. Сон и апноэ у детей. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 1996; 5: 28–33.
18. Claude Gaultier. Sleep apnea in infants. Sleep Medicine Review. 1999; 3 (4): 303–312.
19. Pablo E. Brockmann, Anette Poets, Christian F. Poets. Reference values for respiratory events in overnight polygraphy from infants aged 1 and 3 months. Sleep Medicine. 2013; 14 (12): 1323–1327.
20. Кельмансон И.А. Сон, апноэ и риск нарушений ритма сердца у детей. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2000; 3: 30–34.