

# Оптимизация способа наложения грудных электродов при регистрации электрокардиограммы у новорожденных и детей массой тела менее 4000 г

Н.В. Харламова<sup>1</sup>, М.Ю. Ласкина<sup>1</sup>, Н.А. Шилова<sup>1</sup>, М.Ю. Блохин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства имени В.Н. Городкова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, отдел неонатологии и клинической неврологии детского возраста

<sup>2</sup> ООО «Нейрософт»

## РЕЗЮМЕ

Для проведения электрокардиографического исследования у новорожденных детей и детей массой тела до 4000 г разработаны и предложены специализированные устройства для одновременной фиксации 6 грудных электродов в 3 вариантах для детей массой тела до 1900 г, от 2000 г до 3000 г, и от 3000 г до 4000 г. Устройства позволяют качественно, стабильно и безопасно зафиксировать грудные электроды на грудной клетке ребенка, в том числе низкой массы тела.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электрокардиография, новорожденные дети, устройство для фиксации грудных электродов.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Optimization of the method of applying thoracic electrodes during registration electrocardiograms in newborns and children weighing less than 4000 g

N.V. Kharlamova<sup>1</sup>, M.Yu. Laskina<sup>1</sup>, N.A. Shilova<sup>1</sup>, M.Yu. Blokhin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution «Ivanovo Research Institute of Maternal and Childhood named after V.N. Gorodkov» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Department of Neonatology and clinical Neurology of Childhood

<sup>2</sup> ООО «Neurosoft»

## SUMMARY

Specialized devices for fixing thoracic electrodes in newborns and children weighing up to 4000 g have been developed. The devices are offered in 3 versions: for children weighing up to 2000 g, from 2000 g to 3000 g and from 3000 g to 4000 g. The devices allow high-quality, stable and safe fixation of thoracic electrodes on the chest of a child, including low body weight.

**KEYWORDS:** electrocardiography, newborn babies, device for fixing thoracic electrodes.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Введение

Актуальность работы определяется сложностью регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) у новорожденных детей, особенно у недоношенных, связанной с техническими трудностями при наложении электродов на грудную клетку [1]. Малый размер грудной клетки новорожденного, особенно у недоношенных и маловесных детей, и относительно большой размер фиксирующей части электродов делает задачу одновременного размещения всех шести электродов для регистрации грудных отведений сложно выполнимой. Кроме того, небольшой размер грудной клетки новорожденного затрудняет точное определение анатомических ориентиров для правильного расположения грудных электродов. Особенно это касается новорожденных очень низкой и экстремально низкой массы тела.

Для детей раннего возраста, в том числе новорожденных детей, необходимо, чтобы электроды, накладываемые на конечности и грудную клетку, были сделаны

с закругленными краями, чтобы острые края не поранили нежную кожу ребенка. Электроды, накладываемые на конечности, должны иметь размеры не более 30×20 мм, а электроды, накладываемые на грудную клетку (грудные электроды) должны быть круглой формы диаметром не более 10 мм.

В клинической практике в настоящее время для фиксации грудных электродов для проведения ЭКГ у детей используются следующие способы крепления электродов к коже ребенка: с помощью липкой основы у одноразовых электродов, с помощью присасывающей чаши у многократных электродов, и имеется рекомендация по использованию у новорожденных системы наложения грудных электродов в одну линию, расположенную в 5 межреберье, с помощью резиновой манжеты с жестко зафиксированными на ней электродами, электрические проводники от которых выводятся за пределы одежды ребенка после его пеленания [2].

В клинической практике, особенно в отделении реанимации и интенсивной терапии для регистрации ЭКГ у детей используются одноразовые электроды FIAB Spa (Италия) с изолированными проводниками длиной 45 см, фиксация которого на коже обеспечивается липкой частью из пеноматериала. При этом большие размеры (23 на 30 мм) адгезивной части электродов не позволяют установить все 6 электродов на грудную клетку новорожденного одновременно, часто используются только 3 таких электрода (установка «через один»). При этом четкая интерпретация ЭКГ параметров в этом случае трудновыполнимая задача, поскольку невозможно зарегистрировать ЭКГ синхронно во всех грудных отведениях. Кроме того, при наклеивании электрода на кожу ребенка возможно раздражение кожи и возникновение опрелости, и эти электроды не подлежат повторному использованию.

Имеется возможность использования для регистрации ЭКГ у детей детских многоцветных присасывающихся грудных электродов. Размер (диаметр) самой маленькой детской присасывающейся чашечки составляет 15 мм, что также не позволяет установить все 6 электродов на грудную клетку новорожденного одновременно. Кроме того, металлические края чашек электродов могут травмировать нежную кожу новорожденного, особенно глубоко недоношенного ребенка, а при плотной установке контактировать между собой, вызывая искажения формы ЭКГ одновременно в нескольких грудных отведениях. С использованием этих электродов невозможно выполнить длительную регистрацию ЭКГ, в частности оценить вариабельность ритма сердца.

Использование резиновой манжеты с жестко зафиксированными на ней электродами и наложение ее в одну линию в 5 межреберье создает возможность ошибочной интерпретации электрокардиограммы.

В настоящее время отсутствуют сведения о специализированных устройствах для фиксации грудных электродов для проведения одновременной регистрации электрокардиографических сигналов от всех 6 грудных электродов у новорожденных детей, в том числе массой тела до 1500 г – с возможностью длительной записи для анализа вариабельности ритма сердца.

### Цель работы

Разработать и предложить к использованию в практическом здравоохранении специализированные устройства для фиксации грудных электродов для проведения элек-

трокардиографии у новорожденных детей, в том числе с массой тела до 2000 г, от 2000 до 3000 г и от 3000 до 4000 г.

### Материалы и методы

Проведено измерение расположения прекардиальных электродов на грудной клетке у 25 новорожденных детей, в том числе 10 – у детей массой тела от 2000 г до 3000 г, 10 – от 3000 г до 4000 г, и у 5 детей – до 1999 г, в соответствии со стандартным расположением точек для регистрации общепринятых отведений.

### Результаты

На основании полученных измерений создана модель устройства для фиксации 6 грудных отведений на грудной клетке новорожденного одновременно (рис. 1).

Устройство представляет собой гибкую пластину с закругленными углами из термопластичного полиуретана (рис. 1), размеры пластины зависят от массы тела ребенка (таблица), с расположенными на ней шестью отверстиями диаметром 10,9 мм с внутренней стороны и 6,0 мм с наружной стороны для крепления грудных электродов и двумя отверстиями диаметром 5,2 мм с внутренней стороны и 14 мм с наружной стороны (рис. 2) (1) для крепления полиуретановых фиксаторов (рис. 3) для крепления резиновой перфорированной медицинской ленты шириной 2,0 см и длиной 40–50 см.

Отверстия для фиксации электродов с внутренней стороны пластины имеют углубления, равные 0,9 мм с диаметром 10,9 мм, что позволяет полностью погрузить электроды в толщу пластины для их фиксации и добиться того, что поверхность электрода и внутренняя поверхность пластины находятся на одной линии соприкосновения с кожей ребенка, что обеспечивает плотный контакт электродов с кожей ребенка. Отверстия для крепления полиуретановых фиксаторов для крепления резиновой

Таблица  
Параметры гибкой пластины для регистрации грудных отведений у новорожденных в зависимости от массы тела

Параметры гибкой пластины для новорожденных	Масса тела ребенка, г		
	До 2000	2000–3000	3000–4000
Длина пластины, мм	110	121	144
Ширина пластины, мм	40	43	50
Толщина пластины, мм	2	2	2



Рисунок 1. Пластина для фиксации грудных электродов. 1 – отверстия для фиксаторов, 2 – отверстие для крепления электрода для регистрации V1 грудного отведения, 3 – отверстие для крепления электрода для регистрации V2 грудного отведения, 4 – отверстие для крепления электрода для регистрации V3 грудного отведения, 5 – отверстие для крепления электрода для регистрации V4 грудного отведения, 6 – отверстие для крепления электрода для регистрации V5 грудного отведения, 7 – отверстие для крепления электрода для регистрации V6 грудного отведения



Рисунок 2. Пластина для фиксации грудных электродов для регистрации ЭКГ у ребенка массой тела менее 2000 г, зафиксированная фиксаторами на резиновой перфорированной ленте



Рисунок 3. Фиксаторы для прикрепления пластины к перфорированной медицинской ленте

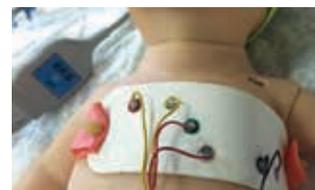


Рисунок 4. Пример использования устройства для фиксации грудных электродов для проведения ЭКГ у новорожденного ребенка массой тела от 3000 до 4000 г. Фото выполнено на манекене

медицинской ленты с внутренней стороны пластины также имеют углубления, равные 1 мм с диаметром 14 мм, что позволяет полностью погрузить широкое основание полиуретановых фиксаторов в толщу пластины и добиться того, что поверхность широкого основания фиксаторов и внутренняя поверхность пластины находятся на одной линии соприкосновения с кожей ребенка.

Полиуретан, из которого выполнены пластина для фиксации электродов и фиксаторы, является гипоаллергенным материалом, что обеспечивает безопасность его применения для кожи новорожденного, а эластичные свойства этого материала обеспечивают прилегание пластины к коже ребенка. Полиуретан является рентгенопроницаемым материалом, что обеспечивает возможность непрерывной длительной регистрации ЭКГ в условиях высокой частоты рентгенологических исследований у новорожденных, проходящих лечение в отделениях реанимации и интенсивной терапии, не прерывая кардиологическое обследование на время рентгенодиагностики.

В отверстия в пластине вставляются плоские предварительно соединенные с кабелем («pre-wired») ЭКГ электроды диаметром не более 10 мм. При использовании одноразовых электродов, таких как FIAB S.P.A (Италия) или Skintact PD50-SFC (Австрия) с них предварительно удаляют липкую основу.

Отверстия для фиксации электродов обеспечивают стандартизацию размещения электродов на грудной клетке в соответствии с анатомически правильными ориентирами и одновременную регистрацию электрокардиографических сигналов от всех 6 грудных электродов. Так, пластина с вставленными в нее грудными электродами накладывается на переднюю поверхность грудной клетки ребенка таким образом, чтобы электроды, вставленные в отверстия 2 и 3 (рис. 1) располагались горизонтально у правого и левого края грудины в IV межреберии, что соответствует V1 и V2 грудным отведениям. При этом электрод, вставленный в отверстие 4, будет соответствовать грудному отведению V3, которое располагается на середине линии, соединяющей V2 и V4, электрод, вставленный в отверстие 5, – грудному отведению V4, которое располагается на левой срединно-ключичной линии в 5 межреберье, электрод, вставленный в отверстие 6, – грудному отведению V5, которое располагается на левой передней подмышечной линии на уровне V4, электрод, вставленный в отверстие 7, – грудному отведению V6, которое располагается на левой средней подмышечной линии на уровне V4.

Удобство применения данного устройства определяется еще и тем, что при наложении пластины с вставленными в нее грудными электродами необходимо определить только 2 анатомических ориентира – правый и левый край грудины в IV межреберии – и установить пластину таким образом, чтобы этим ориентирам соответствовали отверстия 2 и 3 пластины для фиксации электродов, что упрощает процесс наложения электродов.

Фиксация гибкой пластины на теле ребенка осуществляется при помощи резиновой перфорированной медицинской ленты (рис. 2), прикрепление которой на пластину производится при помощи полиуретановых фиксаторов (рис. 3) широкое основание которых прилегает к коже грудной клетки, а конус вставляется в отверстие для крепления полиуретанового фиксатора, а затем в отверстие резиновой перфорированной медицинской ленты. Отверстия, расположенные на резиновой ленте, обеспечивают возможность регулировки длины ленты в зависимости от объема грудной клетки ребенка, тем самым обеспечивается плотная фиксация электродов к коже ребенка и длительная регистрация ЭКГ.

Алгоритм действия при регистрации ЭКГ с помощью предлагаемого устройства

1. Регистрация электрокардиограммы проводится через 1 час после кормления.
2. Ребенка укладывают на спину, освобождают грудную клетку.
3. Перед наложением пластины для фиксации электродов на грудную клетку место наложения обрабатывается раствором безводного антисептика, накладывается электропроводный гель. После чего гибкая пластина с вставленными в нее грудными электродами накладывается на переднюю поверхность грудной клетки ребенка таким образом, чтобы электроды, вставленные в отверстия 2 и 3, располагались горизонтально у правого и левого края грудины в IV межреберии, что соответствует V1 и V2 грудным отведениям.
4. Пластина закрепляется на теле ребенка резиновой перфорированной медицинской лентой, прикрепление которой на пластину производится при помощи полиуретановых фиксаторов. Регулировка длины ленты производится в зависимости от объема грудной клетки ребенка при помощи перестановки полиуретановых фиксаторов в отверстия ленты.
5. Закрепление электродов на конечностях для регистрации стандартных отведений проводится с использова-

нием многоцветных детских электродов-клемм для ЭКГ на конечности или многоцветных ремешков-электродов для электрокардиографии на конечности для детей.

6. Ребенка пеленают, успокаивают.
7. Проводят запись электрокардиограммы в течение 25 с, при необходимости – вариабельности ритма сердца (в течение 5 минут). Для регистрации ЭКГ у новорожденных применялся 12-канальный электрокардиограф «Полиспектр-8» (ООО «Нейрософт», г. Иваново). Использование данной системы позволяет качественно регистрировать ЭКГ даже у новорожденных массой тела менее 1000 г.

Новизна предлагаемых устройств подтверждена регистрацией полезной модели: Патент № 227187 от 11.07.2024 «Устройство для фиксации грудных электродов для проведения электрокардиографии у новорожденных детей с массой тела от 2000 до 3000 г» [3], патент № 227453 от 22.07.2024 «Устройство для фиксации грудных электродов для проведения электрокардиографии у новорожденных детей с массой тела от 3000 до 4000 г» [4], патент № 229120 от 23.09.2024 «Устройство для фиксации грудных электродов для проведения электрокардиографии у новорожденных детей с массой тела до 1999 г.» [5].

После разработки предлагаемого устройства и получения патентов на полезную модель и положительного решения на его выдачу решением локального этического комитета ФГБУ «Ив НИИ МиД им.В.Н.Городкова» Минздрава России разработанные устройства были одобрены для ограниченного применения в целях клинического опробования для регистрации ЭКГ у новорожденных детей, находящихся на лечении в неонатологических отделениях института.

Предлагаемые устройства были применены для регистрации ЭКГ новорожденным, находящимся на лечении в отделениях реанимации и интенсивной терапии новорожденных, отделении выхаживания недоношенных де-

тей, детском отделении акушерской клиники ФГБУ «Ивановский НИИ материнства и детства им. В.Н. Городкова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет качественно, стабильно и безопасно зафиксировать грудные электроды для ЭКГ на коже грудной клетки ребенка, учитывая индивидуальную вариабельность размеров грудной клетки пациента, что определенным образом стандартизирует условия обследования и повышает достоверность полученных результатов, обеспечивает достаточную продолжительность обследования по времени. Устройство удобно в применении и обработке дезинфицирующими средствами, пригодно для многоцветного использования, является рентгенпрозрачным, что позволяет использовать его во время рентгенодиагностики.

#### Список литературы / References

1. Последовательность выполнения основных манипуляций в неонатологической практике / А.Д. Царегородцев, Е.Н. Байбарина, И.И. Рюмина и др. – Новосибирск: Сибирский успех, 2008; Партнеры Сибири, 2008. – 48 с. *Sequence of performing basic manipulations in neonatological practice / A.D. Tsaregorodtsev, E.N. Baibarina, I.I. Rymina, et al. – Novosibirsk: Siberian Success, 2008; Partners of Siberia, 2008. – 48 p.*
2. Неонатальная кардиология: руководство для врачей / А.В. Прахов; Н. Новгород: Издательство Нижегородской государственной медицинской академии, 2017. – 464 с. *Neonatal cardiology: a guide for doctors / A. V. Prakhov; N. Novgorod: Publishing House of the Nizhny Novgorod State Medical Academy, 2017. – 464 p.*
3. Патент на полезную модель № 227187 от 11.07.2024 «Устройство для фиксации грудных электродов для проведения электрокардиографии у новорожденных детей с массой тела от 2000 до 3000 г». *Utility Model Patent No. 227187 dated 11.07.2024 «Device for fixing chest electrodes for electrocardiography in newborns weighing from 2000 to 3000 g».*
4. Патент на полезную модель № 227453 от 22.07.2024 «Устройство для фиксации грудных электродов для проведения электрокардиографии у новорожденных детей с массой тела от 3000 до 4000 г». *Utility Model Patent No. 227453 dated 22.07.2024 «Device for fixing chest electrodes for electrocardiography in newborns weighing from 3000 to 4000 g».*
5. Патент на полезную модель № 229120 от 23.09.2024 «Устройство для фиксации грудных электродов для проведения электрокардиографии у новорожденных детей с массой тела до 1999 г». *Utility Model Patent No. 229120 dated 23.09.2024 «Device for fixing chest electrodes for electrocardiography in newborns weighing less 1999 g».*

Статья поступила / Received 06.10.2024

Получена после рецензирования / Revised 02.11.2024

Принята в печать / Accepted 02.11.2024

#### Информация об авторах

**Харламова Наталья Валерьевна**<sup>1</sup>, д.м.н., заведующая отделом неонатологии и клинической неврологии детского возраста, профессор кафедры акушерства и гинекологии, неонатологии, анестезиологии и реаниматологии  
E-mail: nataliakhar13@yandex.ru. ORCID /0000-0003-2867-1693.

**Ласкина Марина Юрьевна**<sup>1</sup>, м.н.с. отдела неонатологии и клинической неврологии детского возраста  
ORCID: 0000-0002-7285-6065

**Шилова Наталья Александровна**<sup>1</sup>, д.м.н., старший научный сотрудник отдела неонатологии и клинической неврологии детского возраста, доцент кафедры акушерства и гинекологии, неонатологии, анестезиологии и реаниматологии  
E-mail: shilova37@gmail.com. ORCID 0000-0001-9623-2575

**Блохин Максим Юрьевич**<sup>2</sup>, специалист по продукции для электрокардиографического исследования, ведущий программист  
E-mail: blokhin@neurosoft.com. ORCID 0009-0003-4211-4794

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства имени В.Н. Городкова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, отдел неонатологии и клинической неврологии детского возраста

<sup>2</sup> ООО «Нейрософт»

#### Контактная информация:

Харламова Наталья Валерьевна. E-mail: nataliakhar13@yandex.ru

**Для цитирования:** Харламова Н.В., Ласкина М.Ю., Шилова Н.А., Блохин М.Ю. Оптимизация способа наложения грудных электродов при регистрации электрокардиограммы у новорожденных и детей массой тела менее 4000 г. Медицинский алфавит. 2024;(30):16–19. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-30-16-19>

#### Author information

**N.V. Kharlamova**  
**M.Yu. Laskina**  
**N.A. Shilova**  
**M.Yu. Blokhin**

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution «Ivanovo Research Institute of Maternal and Childhood named after V.N. Gorodkov» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Department of Neonatology and clinical Neurology of Childhood

<sup>2</sup> ООО «Neurosoft»

#### Contact information

N.V. Kharlamova. E-mail: nataliakhar13@yandex.ru

**For citation:** Kharlamova N.V., Laskina M.Yu., Shilova N.A., Blokhin M.Yu. Optimization of the method of applying thoracic electrodes during registration electrocardiograms in newborns and children weighing less than 4000 g. Medical alphabet. 2024;(30):16–19. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-30-16-19>