

УДК 57.087.1

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА ЖИЗНЕННО ВАЖНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СОСТОЯНИЯ НОВОРОЖДЕННЫХ

Хассанин Хатем Мохамед Абдель Максуд

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Томск, e-mail: Hatem@tpu.ru*

Отдельные категории людей, в том числе, новорожденные дети, требуют постоянного мониторинга параметров их жизнедеятельности в стационарах или на дому. В течение нескольких первых дней жизни большинство недоношенных младенцев имеют склонность к нерегулярному дыханию. На сегодняшний день существует множество информационных систем для решения таких задач. В свете этих положений актуальность данной работы очевидна и заключается в необходимости рассмотрения информационной системы контроля за жизненно важными параметрами состояния новорожденных детей как проблемы комплексной. Для того чтобы наблюдать основные параметры жизни, мы нуждаемся в пунктуальности устройства, которое помогает в мониторинге новорожденных, с одной стороны, а с другой стороны помогает получить правильное решение по времени в экстренных случаях, без необходимости обращения к специалисту или врачам. Это искусственный интеллект – инструмент, который зависит от машинного обучения для данного вида информационной системы.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, жизненно важные параметры, мониторинг состояния новорожденных

INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING THE MAIN VITAL PARAMETERS OF NEONATAL STATUS

Hassanin Hatem Mohamed Abdel Maksoud

National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, e-mail: Hatem@tpu.ru

Certain categories of people, including newborn babies require constant monitoring parameters of their life in hospitals or at home. During the first few days of life, most premature newborns have a tendency to irregular breathing. Nowadays, there are many information systems for solving such problems. In this article, in the light of these provisions, the relevance of this work is evident and the need to address the information system for monitoring vital parameters of the state of newborns as a complex problem. In order to observe the basic parameters of life, we need punctuality device that assists in monitoring newborns, on the one hand and on the other hand to obtain a correct solution with respect to time in an emergency without the need to return to a specialist or a doctor. This artificial intellect- instrument, which depends on machine learning for this type of information systems.

Keywords: medical information systems, vital life parameters, monitoring of the newborn

Информационная система контроля за жизненно важными параметрами, установленная в медицинской аппаратуре, относится к медицинским диагностическим приборам для исследования физиологических параметров новорожденного и может быть использована главным образом для продолжительного дистанционного бесконтактного мониторинга параметров жизнедеятельности новорожденного, таких как движение, дыхание и сердцебиение [3].

Целью написания данной работы явилось изучение подходов к созданию информационных систем контроля за жизненно важными параметрами состояния новорожденных детей.

Информационной базой данной работы послужила современная научная и периодическая литература. Методологическую основу написания работы составляют сравнительно-сопоставительные и логические методы, а также методы обобщения и описания.

Наиболее часто у новорожденных отмечается нарушение ритма дыхания, оно может быть неровным, поверхностным, ускоренным или замедленным, может происходить остановка дыхания. Склонность к апноэ отмечается у двух групп новорожденных. Первая группа – недоношенные младенцы, рожденные до 34 недель беременности. В течение нескольких первых дней жизни большинство недоношенных младенцев имеют склонность к нерегулярному дыханию [2].

Для уменьшения вероятности летальных исходов необходимо вести постоянный мониторинг новорожденного в режиме сна при помощи специальной информационной системы контроля за жизненно важными параметрами и в случае остановки дыхания оповещать медицинский персонал или родителей ребенка. Также такие устройства могут быть использованы в сомнологии для наблюдения за физической активностью ребенка во время сна.

Для осуществления такого мониторинга существующие информационные системы контроля за жизненно важными параметрами можно разделить на два типа: контактные и дистанционные. Контактные информационные системы обеспечивают наибольшую степень достоверности измерения. Наиболее распространены приборы, используемые под матрасом кровати. Контактные приборы требуют особых условий расположения сенсора (жесткая ровная поверхность под матрасом) и кровати (вблизи несущих конструкций дома для минимизации внешних вибраций). Зачастую такие приборы требуют настройки уровня чувствительности перед началом работы. Датчик, располагающийся под матрасом, требует обслуживания для предотвращения образования высокой влажности в месте его расположения.

Задачей, на решение которой направлена данная система, является создание устройства для бесконтактного дистанционного мониторинга жизнедеятельности человека с целью оповещения наблюдателей при наличии признаков угрозы жизни и здоровью наблюдаемого (например, новорожденных детей во время их сна либо нахождения в лежачем положении). Техническим результатом изобретения является повышение надежности регистрации сигнала, вызванного движением тела новорожденного.

Технический результат достигается тем, что в устройство с информационной системой для дистанционного бесконтактного мониторинга параметров жизнедеятельности человека, содержащее измерительный модуль с блоком обработки сигнала и родительский блок (с отображением информации), причем измерительный модуль выполнен в виде передающего канала и двух независимых приемных каналов, приемные антенны которых, пространственно разнесенные относительно друг друга, связаны соответственно с последовательно соединенными фазовым детектором, полосовым фильтром и усилителем, выходы которых подключены соответственно к входам аналого-цифрового преобразователя, передающий канал реализован в виде последовательно соединенных формирователя коротких импульсов, СВЧ-генератора зондирующих сигналов и передающей антенны, а вторые входы фазовых детекторов первого и второго приемных каналов связаны соответственно через направленные ответвители с выходами СВЧ-генератора зондирующих сигналов передающего канала, кроме того, блок обработки сигнала выполнен на микроконтроллере, входы и выходы которого подключены соответственно к выходу ана-

лого-цифрового преобразователя и входу формирователя коротких импульсов, как и шинами связи соответственно с входами-выходами первого радиотрансивера, первой энергонезависимой памятью и системой контроля заряда, причем выход первого радиотрансивера соединен с приемо-передающей антенной первого радиотрансивера, а соответствующие входы-выходы системы контроля заряда связаны соответственно с перезаряжаемым аккумулятором и портом USB, в свою очередь родительский блок реализован на втором радиотрансивере, входы-выходы которого подключены соответственно к приемо-передающей антенне второго радиотрансивера, второй энергонезависимой памяти, дисплею на органических светодиодах, кнопкам, зуммеру, вибратору и стабилизатору с малым падением напряжения, соответствующий вход которого соединен с электрической батареей.

Функции измерительного модуля информационной системы контроля за жизненно важными параметрами [5]:

1. Измерение параметров жизнедеятельности человека.

2. Передача результатов измерения на родительский блок (с отображением информации).

3. Постоянная запись результатов измерения во внутреннюю энергонезависимую память либо на вставляемую в специальный разъем карту памяти.

Функции родительского блока (с отображением информационной системы контроля за жизненно важными параметрами):

1. Оповещение о результатах измерения параметров жизнедеятельности с помощью дисплея, зуммера и вибратора.

2. Настройка работы измерительного модуля с блоком обработки сигнала и родительского блока (с отображением информации) через пользовательское меню.

3. Контроль за состоянием работы устройства (уровень разряда батарей, уровень сигнала линии радиосвязи).

Обмен информацией между модулями осуществляется с помощью линии цифровой радиосвязи в нелицензируемом диапазоне частот ISM.

Оценка жизненно важных параметров в информационных системах контроля за жизненно важными параметрами чаще всего производится в баллах. Оценка выраженности каждого органа и системы организма производят в баллах (от 0 до 2). При оценке ЦНС 0 баллов присваивают при наличии нормальных рефлексов; 1 балл – при мышечной гипотонии, гиподинамии, гипорефлексии, вялой реакции на осмотр, 2 балла – при отсутствии сознания, мышечной

атонии, адинамии, арефлексии. Оценивая дыхательную систему, 0 баллов присваивают, если новорожденный обходится без кислорода, 1 балл присваивают, если новорожденный нуждается в кислороде через кислородную маску или носовой катетер, 2 балла присваивают, если новорожденный нуждается в искусственной вентиляции легких или находится на спонтанном дыхании с повышенным давлением на выдохе через носовые канюли или интубационную трубку; оценивая сердечно-сосудистую систему, 0 баллов присваивают при наличии нормальной ЧСС, нормального АД, 1 балл – при умеренной тахикардии (160–170 уд. в мин), 2 балла – при выраженной брадикардии (< 100 уд. в мин) или тахикардии (> 170 уд. в мин), артериальной гипотонии; оценивая печень, присваивают 0 баллов, если она не увеличена, 1 балл – при увеличении печени менее 2 см, 2 балла – при увеличении печени более 2 см; оценивая мочевыделительную систему, 0 баллов присваивают при наличии нормального почасового диуреза, 1 балл – при олигоурии, 2 балла – при анурии, гематурии; оценивая кожу, 0 баллов присваивают норме, 1 балл – при умеренной бледности с периоральным и акроцианозом, 2 балла – при выраженной желтухе, выраженной бледности, цианозе, кровоизлиянии диапедезного характера; оценивая температуру тела, 0 баллов присваивают при наличии нормальной температуры тела (36,5–37,2°C), 1 балл – при умеренной гипотермии (36,4–36,0°C), 2 балла – при гипертермии (> 37,2°C) или выраженной гипотермии (ниже 36,0°C) [7].

В ежедневной работе с информационной системой контроля за жизненно важными параметрами врач любой специальности обычно использует клиническую характеристику оценки тяжести состояния: удовлетворительное, среднетяжелое, тяжелое, очень тяжелое, крайне тяжелое. Количественная оценка тяжести состояния больного необходима не только для прогноза и риска летального исхода, но и для оптимизации интенсивной терапии. Такие шкалы, как APACHE, SAPS, MPM, SOFA, MODS, признаны многими реаниматологами и являются методом оценки взрослых больных в критическом состоянии. В неонатологии в силу анатомо-физиологических особенностей новорожденных, тем более недоношенных, их применение ограничено из-за невозможности широкого использования инвазивных методов исследований [6].

Наиболее известным и распространенным способом оценки состояния новорожденного ребенка при помощи информационной системы контроля за жизненно

важными параметрами является шкала Апгар для оценки тяжести асфиксии и эффективности лечебных мероприятий.

Ближайшим аналогом предлагаемого способа является клиническая оценка степени тяжести новорожденных в отделении реанимации.

Задачей информационной системы контроля за жизненно важными параметрами является создание простого, быстрого и эффективного способа оценки тяжести состояния недоношенного новорожденного путем определения тяжести состояния его органов и систем, оценки выраженности нарушений их функций и динамики состояния в процессе лечения. Задача достигается тем, что при помощи информационной системы производят оценку тяжести состояния недоношенных новорожденных в баллах в зависимости от результата клинических исследований основных органов и систем организма относительно существующих нормативных параметров. Нормативные параметры группируют по семи основным органам и системам организма, при этом оценку выраженности нарушений каждого органа и системы производят в баллах количеством от 0 до 2. Определяют степень тяжести состояния недоношенного новорожденного по формуле

$$q1 + q2 + q3 + q4 + q5 + q6 + q7 = Q,$$

где Q – суммарный балл, $q1, q2, q3, q4, q5, q6, q7$ – количество баллов по каждой из семи исследуемых систем и органов (табл. 1).

При этом, если величина Q суммарного балла принимает значения от 1 до 2 – это свидетельствует о состоянии средней степени тяжести, от 3 до 5 – это свидетельствует о тяжелом состоянии недоношенного новорожденного, если величина суммарного балла принимает значения от 6 до 9 – это свидетельствует об очень тяжелом состоянии недоношенного новорожденного, если величина суммарного балла принимает значения от 10 до 14 – это свидетельствует о крайне тяжелом состоянии недоношенного новорожденного. На основе многолетнего практического опыта учеными разработана система оценки состояния недоношенного новорожденного при помощи данных информационной системы контроля за жизненно важными параметрами. Она включает параметры, разбитые на группы, определяющие состояние семи основных органов и систем организма: центральная нервная система (ЦНС), обозначенная сокращенно $q1$, дыхательная – $q2$, сердечно-сосудистая – $q3$, мочевыделительная – $q4$, печень – $q5$, состояние кожных покровов –

q6 и температура тела – q7. Каждая из оцениваемых систем и органов оценивается в баллах от 0 до 2. Максимальная сумма баллов, обозначенная как Q, составляет 14 баллов. Степень выраженности клинических нарушений органов и систем недоношенного новорожденного приведена в табл. 1. Многолетнее клиническое наблю-

дение недоношенных новорожденных в динамике, поступающих на лечение в палаты интенсивной терапии и реанимации, позволило выделить четыре степени тяжести их общего состояния. Степень тяжести состояния недоношенного новорожденного, выраженная в баллах, отражена в табл. 2.

Таблица 1

Степень выраженности клинических нарушений органов и систем недоношенного новорожденного в баллах

№ п/п	Системы и органы новорожденного	Баллы	Клинические признаки
1.	ЦНС (q1)	2	Отсутствие сознания, мышечная атония, адинамия, арефлексия
		1	Мышечная гипотония, гиподинамия, гипорефлексия, вялая реакция на осмотр
		0	Нормальные рефлексы, нормальный тонус
2.	Дыхательная система (q2)	2	Нуждается в ИВЛ или находится на спонтанном дыхании с повышенным давлением на выдохе через носовые канюли или интубационную трубку
		1	Нуждается в кислороде через кислородную маску или носовой катетер
		0	Обходится без кислорода
3.	Сердечно-сосудистая система (q3)	2	Выраженная брадикардия (< 100 уд. в мин) или тахикардия (> 170 уд. в мин), артериальная гипотония
		1	Умеренная тахикардия (160–170 уд. в мин)
		0	нормальная ЧСС, нормальное АД
4.	Печень (q4)	2	Увеличена более 2 см
		1	Увеличение печени менее 2 см
		0	Не увеличена
5.	Мочевыделительная система (q5)	2	Анурия, гематурия
		1	Олигоурия
		0	Нормальный почасовой диурез
6.	Кожа (q6)	2	Выраженная желтуха, выраженная бледность, цианоз, кровоизлияния диапедезного характера
		1	Умеренная бледность с периоральным и акроцианозом
		0	Норма
7.	Температура тела (q7)	2	Гипертермия (> 37,2°C) или выраженная гипотермия (ниже 36,0°C)
		1	Умеренная гипотермия (36,4–36,0°C)
		0	Нормальная температура (36,5–37,2°C)

Таблица 2
Степень тяжести состояния недоношенного новорожденного, выраженная в баллах

Суммарный балл (Q)	Степень тяжести общего состояния
1–2	Средней тяжести
3–5	Тяжелое
6–9	Очень тяжелое
10–14	Крайне тяжелое

Для оценки состояния каждого недоношенного новорожденного в течение всего процесса лечения ведут ежедневный протокол динамики состояния в информационной системе контроля за жизненно важными параметрами, который оформляют в виде табл. 3 [4].

Пример. Новорожденный родившийся в первую беременность, протекавшую с угрозой прерывания в 5–6 и 8–10 недель, с ОРВИ в 26 недель беременности, от позднего выкидыша в 27 недель, с массой 878 г, с оценкой по шкале Апгар в 5–6 баллов, поступил в отделение в возрасте 5 часов жизни в крайне тяжелом состоянии, с оценкой по заявляемому способу оценки тяжести состояния в 12 баллов (цианотичный оттенок кожных покровов, выраженные дыхательные нарушения, потребовавшие перевода плода на аппаратную искусственную вентиляцию легких, артериальная гипотония – 36/15 мм рт. ст., олигурия, гепатомегалия – 3 см, гипотермия – 35,5°C). В табл. 3 приведен ежедневный протокол тяжести состояния недоношенного новорожденного по органам в соответствии с системой баллов [1].

Суммарный балл (Q) при поступлении ребенка в отделение составил

$$q1(1) + q2(2) + q3(2) + q4(2) + q5(1) + q6(2) + q7(2) = 12 \text{ баллов,}$$

что соответствует крайне тяжелому состоянию и является прогностически неблагоприятным для жизни и исхода заболевания.

Таблица 3

Форма ежедневного протокола оценки тяжести состояния недоношенного новорожденного

№ п/п	Системы	Дата/Баллы																	
		30/12	31/12	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	14/1	15/1	16/1
1.	ЦНС (q1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.	Дыхательная система (q2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3.	Сердечно-сосудистая система (q3)	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
4.	Печень (q4)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5.	Мочевыделительная система (q5)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.	Кожа (q6)	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7.	Температура тела (q7)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Суммарный балл (Q)	12	9	9	9	9	8	9	9	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8

Таким образом, информационная система контроля позволяет определить изменение какого-либо отдельного жизненно важного параметра новорожденного, а также состояние различных систем организма, что, в свою очередь, позволяет воздействовать на конкретную систему более оперативно.

Заключение

Подводя итог проведенного исследования, можно сформулировать следующие выводы и предложения по данной теме. Большинство информационных систем контроля за жизненно важными параметрами для дистанционного бесконтактного мониторинга параметров жизнедеятельности новорожденного содержат измерительный модуль с блоком обработки сигнала и родителеский блок, причем измерительный модуль выполнен в виде передающего канала и двух независимых приемных каналов, приемные антенны которых, пространственно разнесенные относительно друг друга, связаны соответственно с последовательно соединенными фазовым детектором, полосовым фильтром и усилителем, выходы которых подключены соответственно к входам аналого-цифрового преобразователя.

Таким образом, при поступлении недоношенного новорожденного в отделение в течение нескольких минут при помощи информационной системы контроля за жизненно важными параметрами врач объективно оценивает тяжесть его состояния и назначает соответствующие обследование и лечение.

В последующий период ежедневно оценивает состояние ребенка и ведет протокол динамики состояния в баллах, в зависимости от выявления наиболее уязвимых систем своевременно и адекватно корректирует назначенную терапию. Благодаря динамическому наблюдению за состоянием недоношенного новорожденного врач может дать прогноз исхода заболевания.

Список литературы

1. Барашнев Ю.И. Актуальные проблемы перинатальной патологии новорожденных детей // *Мать и Дитя: материалы 8-го Всероссийского научного форума*. – М., 2012. – С. 77.

2. Боровиков В.П. STATISTIC A. Искусство анализа данных на компьютере. – СПб.: Питер, 2013. – С. 31.

3. Варлатая М.В., Шаханов С.К. Предмет и задачи программно-аппаратной защиты информации // С.К. Шаханов, М.В. Варлатая. Аппаратно-программные средства и методы защиты информации: учебное пособие – Владивосток: ДВГТУ, 2009. – С. 7.

4. Князев Ю.А. Гормонально-метаболические диагностические параметры: справочник / Ю.А. Князев, В.А. Беспалова. – М., 2010. – С. 15.

5. Мищенко В.А. Обучение искусственных нейронных сетей // *Современные проблемы науки и образования*. – Воронеж: ВГПУ, 2009. – № 6. – С. 9.

6. Ткаченко Л.В. Алгоритм выявления факторов риска для формирования репродуктивной функции женщин // *Мать и Дитя: материалы VI Российского форума*. – М., 2010. – С. 52.

7. Elmgvist J. K. i Leptin activates neurons in ventrobagal hypothalamus; and brainstem / Ji K. Elmgvist; RS: Ahima; Mi E. Flier // *J. Endocrinol.* – 2012. – Vol. 138 (2). – P. 839.

References

1. Barashnev YU.I. Aktualnyye problemy perinatalnoy patologii novorozhdennykh detey // *Mat i Ditya: materialy 8-go Vserossiyskogo nauchnogo foruma*. M., 2012. pp. 77.

2. Borovikov V.P. STATISTIC A. Iskusstvo analiza danykh na kompyutere. SPb.: Piter, 2013. pp. 31.

3. Varlataya M.V., Shakhanov S.K. Predmet i zadachi programmno-apparatnoy zashchity informatsii // S.K. Shakhanov, M.V. Varlataya. Apparatno-programmnyye sredstva i metody zashchity informatsii: Uchebnoye posobiye Vladivostok: DVG-TU, 2009. pp. 7.

4. Knyazev, YU.A. Gormonalno-metabolicheskiye diagnosticheskiye parametry: spravochnik / YU.A. Knyazev, V.A. Bepalova. M., 2010. pp. 15.

5. Mishchenko V.A. Obucheniye iskusstvennykh neyronnykh setey // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. Voronezh: VGPU, 2009. no. 6. pp. 9.

6. Tkachenko L.V. Algoritm vyyavleniya faktorov riska dlya formirovaniya reproduktivnoy funktsii zhenshin // *Mat i Ditya: materialy VI Rossiyskogo foruma*. M., 2010. pp. 52.

7. Elmgvist J. K. i Leptin activates neurons in ventrobagal hypothalamus; and brainstem / Ji K. Elmgvist; R S: Ahima; Mi E. Flier // *J. Endocrinol.* 2012. Vol. 138 (2). pp. 839.

Рецензенты:

Фокин В.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры биологической и медицинской кибернетики, ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, г. Томск;

Берестнева О.Г., д.т.н., профессор кафедры прикладной математики Института кибернетики, ТПУ, г. Томск.