

Опыт клинической апробации персональной телемедицинской системы «Оберег» для дистанционного мониторинга пациентов в отделениях интенсивной терапии

А. А. Еременко, д.м.н., проф., заслуженный деятель науки России, заслуженный врач России, член-корр. РАН, рук. ОРИТ-2 (кардиореанимации)¹, научный рук. разработки
Н. В. Ростунова, к.м.н., врач физиотерапевтического отделения², рук. медицинской части проекта
С. А. Будагян, управляющий³, рук. разработки
В. В. Стец, к.м.н., нач. центра анестезиологии-реанимации, реанимации и интенсивной терапии, гл. анестезиолог-реаниматолог⁴

¹ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени акад. Б. В. Петровского», г. Москва

²ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» ФМБА России, г. Москва

³ООО «УТК», г. Москва

⁴ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Минобороны России, г. Москва

Experience of clinical testing of personal telemedicine system 'Obereg' for remote monitoring of patients in intensive care units

A. A. Eryomenko, N. V. Rostunova, S. A. Budagyan, V. V. Stets

Russian Scientific Centre for Surgery n.a. acad. B. V. Petrovsky, State Scientific Centre of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Centre n.a. A. I. Burnazyan, UTK Co., Main Military Clinical Hospital n.a. N. N. Burdenko of the Ministry of Defense of Russia; Moscow, Russia

Резюме

Описан опыт клинической апробации персональной телемедицинской системы «Оберег» для дистанционного мониторинга пациентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии ведущих российских клиник. Подтверждены высокое качество связи с удаленными приемными устройствами врачей, точность измерений, устойчивость к помехам от действия разнообразного больничного оборудования и отсутствие собственного воздействия на такое оборудование. Указано на значительные преимущества по сравнению со стационарными мониторами пациента, в частности при внутри- и внебольничной транспортировке больных.

Ключевые слова: телемедицина, дистанционный мониторинг, носимый монитор пациента, клиническая апробация, палата интенсивной терапии.

Summary

The experience of clinical testing of the personal telemedicine system 'Obereg' for remote monitoring of patients at the intensive care units of leading Russian clinics is described. The high quality of communication with the remote receiving devices of doctors, the accuracy of measurements, resistance to interference from various hospital equipment and the absence of its own impact on such equipment were confirmed. There are significant advantages compared to stationary patient monitors, in particular, for intra- and out-of-hospital transportation of patients.

Key words: telemedicine, remote monitoring, wearable patient monitor, clinical testing, intensive care unit.

Персональная телемедицинская система (ПТС) «Оберег» представляет собой низкобюджетный рациональный, эргономичный комплекс аппаратуры для мониторинга пациентов в условиях стационара, а также вне лечебных учреждений.

Компактный, автономный, носимый и дешевый монитор пациента способен полностью заменить собою громоздкие и дорогостоящие системы палатного мониторинга. При этом он обладает функцией трансляции измеряемых параметров по беспроводным каналам компьютерных сетей на сервер, а оттуда – на центральный пульт отделения, удаленные компьютеры, планшеты и смартфоны врачей.

Макетный образец монитора пациента был всесторонне испытан как в стендовых, так и натуральных экспериментах, многократно доработан по результатам испытаний и доведен до работоспособного состояния. В настоящее время проектируется его рабочая версия, ведется подготовка промышленного производства.

Изделие имеет размеры 110 × 130 × 45 мм и вес менее 0,5 кг, оно позволяет пациентам постоянно носить его на себе,

при этом ПТС использует стандартные датчики и кабели, широко применяемые в мониторинговых системах. Приборный блок оснащен цветным жидкокристаллическим дисплеем и клавиатурой, допускающими его использование в автономном режиме с питанием от перезаряжаемых аккумуляторов.

Набор параметров, регистрируемых ПТС, полностью соответствует требованиям Минздрава к мониторам пациента: ЭКГ, НиАД, частота пульса и дыхания, Т, SpO₂ [1].

Дополнительно к этим требованиям ПТС позволяет транслировать измеряемые параметры в локальную и (или) глобальную компьютерную сеть через беспроводную систему связи Wi-Fi в помещении, либо GSM на улице. Принятые сервером по каналам интернет сигналы ПТС обрабатываются им, помещаются в базу данных и могут дистанционно воспроизводиться в характерном для мониторов пациента виде на компьютерах любого вида – стационарных, ноутбуках, планшетах, смартфонах.

Таким образом, врачи имеют возможность контролировать состояние пациентов дистанционно и круглосуточно,

независимо от места своего нахождения и местонахождения пациента. При необходимости обеспечивается возможность удаленного руководства действиями медицинского персонала, либо родственниками или прохожими, находящимися возле больного в момент наступления экстремальных ситуаций.

ПТС предназначен для палат интенсивной терапии, обычных палат, домашних условий и для постоянного ношения работе, на улице, в поездках. Система ведет непрерывный мониторинг пациентов, позволяющий при угрозе критических состояний принять экстренные меры спасения. Одна и та же ПТС используется в повседневной носке, при транспортировке до больницы и для палатного мониторинга в стационаре.

Конструкция устройства защищена рядом патентов [2, 3] и свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ [4, 5].

ПТС в течение полутора лет проходила многоступенчатые, различные по форме и содержанию испытания в лабораторных, полевых и клинических условиях. Презентации, демонстрации и обсуждения ПТС «Оберег» проведены в ЦКБ РАН, НМИЦ кардиологии Минздрава России, НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии имени А. М. Бакулева Минздрава России, ФМБЦ имени А. И. Бурназяна ФМБА России, Академии гражданской защиты МЧС России, головном офисе компании «Швабе».

Цель настоящего исследования – клиническая апробация ПТС в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Задачи апробации ПТС «Оберег» в отделении ОРИТ: проверить точность измерений при одновременном подключении со стационарными системами мониторинга ведущих мировых производителей; оценить устойчивость регистрации показателей в условиях реальных помех при наличии множества параллельно работающих приборов и аппаратов жизнеобеспечения; проанализировать стабильность передачи данных, качество связи при использовании мобильной точки доступа; оценить удобство и эффективность применения ПТС при наблюдении за тяжелыми больными.

Материалы и методы

Исследования проводились на базе ОРИТ РНЦХ имени акад. Б. В. Петровского и ГВКГ имени Н. Н. Бурденко Минобороны России.

У пациентов палат ОРИТ осуществлялся мониторинг состояния различного уровня (объема) в зависимости от тяжести состояния и целей испытаний. Эксперименты проводились в пределах московской больницы, при этом на пациентах были установлены базовые модули «Оберег», программное обеспечение обработки, база данных и клиентское приложение располагались на сервере в Москве на удалении около 25 км. Приемные устройства врачей располагались непосредственно в больнице, в Москве на удалении примерно 15 км от сервера, в Подмосковье на удалении примерно 30 км от сервера, в г. Иваново на удалении примерно 310 км

от сервера. На всех приемных устройствах качество передачи и приема данных было удовлетворительным.

Клиническая апробация ПТС «Оберег» в РНЦХ имени акад. Б. В. Петровского и ГВКГ имени Н. Н. Бурденко

ОРИТ РНЦХ имени акад. Б. В. Петровского

Проводилось мониторинг пациентки после сложной операции на сердце с искусственным кровообращением. Ближайший послеоперационный период осложнился выраженной сердечной недостаточностью, гипертермией. Проводились искусственная вентиляция легких, внутриаортальная баллонная контрпульсация (аппарат AutoCAT 2 WAVE), ультрагемодиализация с целью стужения крови и проведения управляемой гипотермии (аппарат Prismaflex); инфузионная и лекарственная терапия осуществлялась внутривенно с помощью автоматических инфузаторов (девять штук). Кроме того, к пациентке в режиме ожидания были подключены дефибриллятор и электрокардиостимулятор (рис. 1).

Протокол мониторинга

Даты: 15.12.2018 (наблюдение с 13.12.2018, продолжение). *Отделение:* реанимации и интенсивной терапии. *Ф.И.О.:* Д.Д.Ю. *Возраст:* 25 лет.

Основной диагноз: синдром Элерса-Данло. Аортальная недостаточность III степени. Аннуло-аортальная эктазия. Расширение корня и восходящего отдела аорты. Кардиомегалия. Пароксизмальная форма фибрилляции предсердий. НК ПА. ХСН II ФК по NYHA.

Оперативное вмешательство 13.12.2018: протезирование корня и восходящего отдела аорты по методике David протезом Vascutek Gelweave 26 мм, пластика левой коронарной створки в условиях искусственного кровообращения. Аутовенозное протезо-коронарное шунтирование ствола правой коронарной артерии, маммарокоронарное шунтирование передней межжелудочковой артерии левой внутренней грудной артерией на работающем сердце. Пластика правой половины грудины по Robicsek



Рисунок 1. Пациентка в палате ОРИТ. Слева: аппарат для проведения гемодиализации. На переднем плане: аппарат баллонной контрпульсации.

Таблица 1

Время	ЧСС, уд./мин.	АД _{сист.} , мм. рт. ст.	АД _{диаст.} , мм. рт. ст.	SpO ₂ , %	ЧД, 1/мин.	T, °C	Примечания
15.12.2018							
11:00	68	109	42	96	14	38,8	ИВЛ, контрпульсация
12:00	76	102	40	97	15	38,6	
13:00	80	106	45	97	15	39,4	Катетеризация сосудов бедра для проведения диализа
14:00	84	110	42	96	14	39,8	Начало ультрагемодиализации с гипотермией
15:00	76	115	40	96	14	37,6	Выделено мочи 700,0 мл
16:00	70	101	35	98	15	37,0	
17:00	62	115	40	97	14	35,2	
18:00	64	114	35	96	13	34,2	
19:00	63	117	41	96	14	34,0	
20:00	69	110	38	98	14	35,4	
21:00	68	109	44	97	13	36,0	
22:00	64	111	38	96	15	36,2	Занесение данных прервано на ночь. Мониторинг продолжен
16.12.2018							
07:00	68	110	41	96	14	36,4	
08:00	65			98	14		
09:00	64			97	15		
10:00	76			98	13		
11:00							За время наблюдения нарушений ритма не отмечается



Рисунок 2. Пациентка Д. Д. Ю. с установленной ПТС «Оберег» параллельно со штатным мониторингом. ОРИТ РНЦХ.

в четвертом межреберье. Перевязка правого сафенофemorального соустья. Общая длительность операции – 9 час. 14 мин. Искусственное кровообращение – 216 + 65 мин., время пережатия аорты – 155 мин.

Показания к проведению мониторинга: выраженная сердечная недостаточность, нестабильность гемодинамики. Гипертермия. Длительный период пережатия аорты. Возможная ишемия ЦНС.

Перед апробацией ПТС «Оберег» в отношении больной Д. Д. Ю. в ОРИТ проводился стандартный мониторинг с прямым измерением артериального давления (артериальная канюля в левой лучевой артерии), центрального венозного давления (катетеризация внутренней яремной вены справа), ЭКГ, температуры, пульсоксиметрии. Использовался CARESCAPE Monitor V 650 (GE, Финляндия).

В период апробации одновременно проводились измерения датчиками ПТС «Оберег» с трансляцией данных в интернет, рис. 2.

Наличие множества приборов рядом с кроватью и подключение различных аппаратов к пациенту не оказывало влияния на качество регистрации параметров устройством «Оберег».

Проведение прямого инвазивного мониторинга позволило провести оценку точности измерений ПТС «Оберег». Отмечалось совпадение данных АД_{сист.} и АД_{диаст.}, ЧСС, ЧД, SpO₂. Показатели температуры отличались на 0,3–0,5 °C, что, видимо, связано с различными точками наложения температурных датчиков в двух системах мониторинга. При изменении температуры тела (пациентку сначала охлаждали с 39,8 °C до 34,5–35,5 °C с целью защиты головного мозга, а затем повысили температуру до нормальных значений), прибор четко отслеживал эти изменения.

При наличии канюли в левой лучевой артерии были сложности при регистрации АД. На этой руке наложенная манжета для неинвазивного измерения АД перекрывала прямые измерения и включала тревожную сигнализацию на стационарном мониторе. При наложении манжеты на свободной правой руке перекрывались венозные катетеры, по которым вводились препараты. Поэтому АД измерялось лишь периодически, не чаще чем раз в 15–20 мин.

В первые 2 суток отмечалась нестабильная гемодинамика, которая поддерживалась дозированным (через шприцы-дозаторы) введением норадреналина и допамина. Изменения показателей АД четко отслеживались прибором «Оберег».

Данные мониторинга ПТС «Оберег» выводились на экран компьютера в ординаторской (рис. 3), а также на планшеты и смартфоны врачей, были доступны для удаленного контроля заведующим отделением.

Для связи использовался мобильный роутер (рис. 4).

На 3-и сутки пациентке была отключена баллонная контрпульсация и не проводилась ультрагемодиализация, на 4-е сутки при стабилизации всех показателей она была переведена на неинвазивное измерение АД. На 5-е сутки пациентка была экстубирована. Оба вида мониторинга

(стационарный палатный и «Оберег») далее были неинвазивными – второй уровень мониторинга. Постоянно регистрировались ЭКГ, ЧСС, SpO₂, ЧД. Периодически – АД неинвазивно. Параллельно велись два протокола мониторинга: вышеприведенная форма и карта наблюдения в ОРИТ.

На 8-е сутки пациентка переведена в отделение, где продолжилось мониторирование прикроватным монитором и ПТС.

Аналогичная программа действий с ПТС «Оберег» осуществлялась в отношении нескольких пациентов ОРИТ. При параллельном мониторировании отмечалось совпадение результатов измерений стационарным монитором пациента и ПТС «Оберег». Не у всех пациентов необходим мониторинг в таком объеме.

Ниже приведен протокол мониторинга пациента Б.С.Н. Установка ПТС «Оберег» у этого пациента показана на рис. 5.

Протокол мониторинга

Даты: 18.12.2018 (наблюдение с 17.12.2018, продолжение). *Отделение:* реанимации и интенсивной терапии. *Ф.И.О.:* Б.С.Н. *Возраст:* 61 год.

Основной диагноз: мультифокальный атеросклероз с преимущественным поражением аорты, коронарных, брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей. ИБС: тромбоз коронарных артерий, не приведший к инфаркту миокарда. Стенокардия напряжения II ФК. Ревматизм, неактивная форма.

Ревматический митральный порок с преобладанием стеноза. Умеренно выраженный аортальный порок. Левая атриомегалия. Легочная гипертензия I степени. Нарушение ритма сердца: персистирующая форма фибрилляции предсердий.

17.12.2018 проведена операция: Аутовенозное аорто-коронарное шунтирование правой коронарной артерии, ветви тупого края. Протезирование митрального и аортального клапанов механическими протезами. Парааннулярная пластика левого предсердия. Длительность операции – 5 час. 08 мин.

Показания к проведению мониторинга: Необходимость мониторинга обусловлена тяжестью операции.

Пациент гемодинамически стабилен, экстубирован в первые сутки, переведен на неинвазивный мониторинг. Осуществлялся параллельный мониторинг системой ОРИТ и комплексом «Оберег».

Отмечалось совпадение показаний при измерении обеими мониторными системами. Результаты измерений наблюдались в ординаторской на рабочем месте дежурного врача. Угрожающих жизни отклонений в состоянии пациента в течение раннего послеоперационного периода не наблюдалось. Через 3 суток переведен в отделение. Мониторинг прекращен.

На данном этапе протоколы мониторинга заполнялись вручную. В дальнейшем предусмотрено автоматическое формирование протокола с заданными интервалами фиксации данных.

ОРИТ ГВКГ имени Н. Н. Бурденко Минобороны России

Оценивалось два режима работы ПТС: автономный (как носимый монитор) и дистанционный мониторинг.

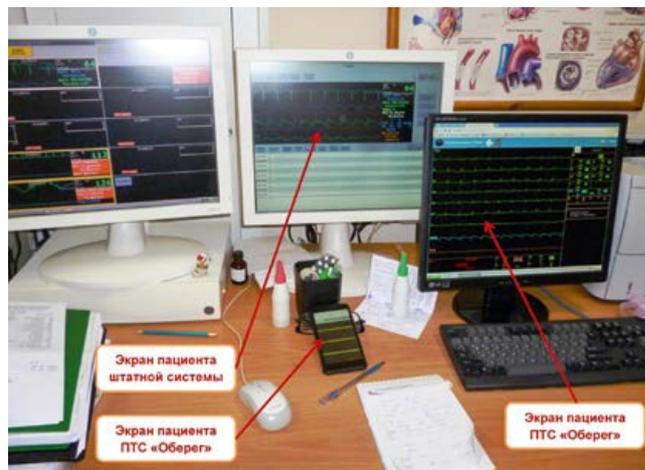


Рисунок 3. Параллельный мониторинг штатной системой и ПТС «Оберег». РИЦХ.

Для проверки срабатывания тревог производились пробные установки допустимых пределов изменения параметров в области их рабочих значений. При этом во всех случаях включалась тревожная сигнализация, звуковое оповещение которой выключали, чтобы не беспокоить пациентов.

В ходе работы ПТС использовались два аккумуляторных блока, один из которых был установлен в базовый модуль, а второй находился на зарядке. При смене разряженного аккумуляторного блока вывод параметров на собственный монитор устройства и трансляция показателей в сеть в период отсутствия в базовом модуле ПТС штатного источника питания не прерывались.

На рис. 6 показан вариант установки базового модуля ПТС «Оберег» на кровати пациента.

В случае необходимости внутрибольничной или иной транспортировки пациента персональная телемедицинская система «Оберег» следует вместе с ним, при этом базовый модуль ПТС обеспечивает одновременно и автономный, и дистанционный режимы наблюдения. Связь обеспечивается мобильным роутером, который транспортируется



Рисунок 4. Мобильная точка доступа. ОРИТ РИЦХ.



Рисунок 5. Пациент Б. С. Н. в реанимационном зале после операции на сердце. Подключен к ПТС «Оберег».

Время	ЧСС, уд./мин.	АД _{сист./} мм. рт. ст.	АД _{диаст./} мм. рт. ст.	SpO ₂ , %	ЧД, 1/мин.	T, °C	Примечания
18.12.2018							
08:00	71	109	73	96	12	36,8	
Фрагмент							
12:00	76	124	80	98	15	36,6	
13:00	80	126	75	98	15	36,4	Пациент активен. Ест и пьет самостоятельно
14:00	72	117	82	98	14	35,8	
15:00	70	125	80	96	14	35,6	
16:00	66	121	76	98	13	36,0	
17:00	64	125	82	97	12	36,2	
18:00	64	124	75	98	13	36,2	
19:00	63	121	82	98	12	36,0	
20:00	64	114	75	98	12	35,4	Наблюдается сонливость пациента. Активно жалоб не предъявляет
21:00	65	110	74	97	13	36,0	
22:00	64	115	74	98	11	36,2	Наблюдение прекращено



Рисунок 6. Мониторинг пациента в послеоперационном периоде. ОРИТ ГВКГ имени акад. Н.Н. Бурденко.



Рисунок 7. Рабочее место врача в ОРИТ ГВКГ имени Н.Н. Бурденко Минобороны России.

таким образом, наиболее квалифицированные специалисты ОРИТ в реальном времени могут контролировать состояние больного и при необходимости управлять действиями своих подчиненных в процессе транспортировки.

вместе с базовым модулем. В автономном режиме медицинский персонал контролирует основные параметры состояния организма больного по встроенному в базовый модуль монитору, в случае выхода измеренных значений любого из параметров за установленные границы раздается сигнал тревоги, позволяющий медикам своевременно принять меры для спасения пациента. Одновременно трансляция ведется на удаленные приемные устройства врачей,

На рис. 7 показано рабочее место врача в ординаторской. Рядом с основным компьютером находится планшет, на который выводятся данные мониторинга пациента, готовящегося к транспортировке.

Результаты и обсуждение

В условиях ОРИТ отмечались устойчивая, без сбоев работа комплекса «Оберег», высокая точность регистрации показателей, устойчивость передачи данных при множестве одновременно работающих приборов в реальных условиях наличия помех, проведения манипуляций с пациентами. При этом программа обработки кривых четко интерпретирует данные и рассчитывает показатели даже при нестандартном виде кривых (наличие дополнительной кривой контрпульсации на сигнале АД, работа ЭКС).

Отмечается устойчивый прием данных удаленными устройствами – компьютерами в ординаторских, планшетами и смартфонами врачей, компьютерами исследовательской группы на большом удалении от места проведения работ при использовании мобильной точки доступа.

Подтверждена целесообразность введения экономного режима работы системы с выключенным монитором при сохраняющихся процессах регистрации и передачи сигналов. При этом данные мониторинга выводились на компьютеры, планшеты или смартфоны врачей одновременно с экраном на посту медсестры. Такая возможность обусловлена тем, что данные на экране стационарного монитора сам пациент не видит, а медсестра не всегда находится рядом. В то же время врач в отдаленном доступе (например, в ординаторской) имеет возможность получить максимум информации о состоянии пациента и принять немедленное решение. Если врачу понадобится консультация более опытного коллеги, заведующего отделением, врача-специалиста, тот всегда может подключиться из любой точки, где бы он ни находился, чтобы оценить объективные данные мониторинга. В ситуации ухудшения состояния пациента тот же заведующий отделением получит тревожный сигнал на свой планшет или смартфон и сможет при необходимости скорректировать действия своих коллег, работающих с пациентом.

Таблица 3

Уровни мониторинга по отдельным группам пациентов и показания к ним

Уровень мониторинга	Объем мониторинга	Параметры	Категория больных
1-й уровень	Постоянный контроль всех параметров	АД _{сист.} , АД _{диаст.} , ЧСС, ЧД, Т, SpO ₂ , контроль ЭКГ. Все данные регистрируются постоянно, кроме неинвазивного измерения АД, частоту которого можно задавать от интервала 5 минут в операционной и до 30–60 минут в условиях ОРИТ	Пациенты во время хирургических вмешательств Пациенты в палатах ОРИТ при отсутствии других систем мониторинга, мониторинг проводится всем пациентам вне зависимости от их состояния В медицине катастроф и военно-полевой медицине у тяжелых пациентов («красная» группа) в отсутствие других систем мониторинга
2-й уровень	Постоянный контроль большинства параметров	АД _{сист.} , АД _{диаст.} , ЧСС, ЧД, Т, SpO ₂ , контроль ЭКГ – по выбору врача	Пациенты во время малых хирургических вмешательств, амбулаторные хирургические манипуляции под общей анестезией Послеоперационный период (первые сутки) после малых инвазивных вмешательств, когда пациент возвращается в палату Проведение лечебных манипуляций (плазмаферез, гемодиализ) Палатные пациенты с декомпенсацией состояния
3-й уровень	Постоянный контроль важнейших параметров, периодический контроль остальных параметров	ЭКГ, остальные параметры – по выбору врача или периодически	Дистанционный мониторинг отдельных категорий пациентов: а) стационарные больные с высокой вероятностью внезапного ухудшения состояния; б) тяжелые лежачие больные (перенесшие ОНМК с отягощенным анамнезом, больные с АГ с частыми гипертоническими кризами, с выраженной аритмией, приступами пароксизмальной тахикардии, брадикардией, синкопальными состояниями; больные с ИБС при наличии стенокардии IV функционального класса, больные с ХОБЛ при тяжелом течении заболевания и с выраженной дыхательной недостаточностью (ДН III) с обязательным контролем ЧД и SpO ₂ и т.д.); в) длительно иммобилизованные пациенты (ДИП) с сопутствующими заболеваниями в стадии обострения или декомпенсации; г) тяжелые неврологические пациенты (болезнь Паркинсона III–IV степени, миастении, рассеянный склероз с выраженными нарушениями двигательной активности и т.д.); д) транспортировка (эвакуация) пациентов с высоким риском осложнений и т.д.
4-й уровень	Постоянный контроль минимума параметров	По выбору врача	Дистанционный мониторинг пациентов с ограниченной двигательной активностью, предназначен для больных со стабильной гемодинамикой, которым важен постоянный контроль любой функции по выбору врача для предупреждения витальных осложнений Наблюдение пациентов, ведущих активный образ жизни, с высоким риском внезапного ухудшения состояний Транспортировка пациентов
5-й уровень	Эпизодический контроль важнейших параметров		На этапе реабилитации пациентов в условиях стационара (при проведении реабилитационных мероприятий, физических нагрузках, тестировании и т.д.) Дистанционный патронаж для систематического контроля состояния

Использование ПТС «Оберег» при транспортировке повышает безопасность пациента. Кроме того, имеется возможность заблаговременного оповещения о его состоянии врачей того отделения или медицинского учреждения, куда направляется пациент, с целью их подготовки к адекватному парированию угроз.

Традиционно набор параметров для дистанционного мониторинга определяют по аналогии со стандартом для мониторинга в операционной [6]. Это происходит потому, что других стандартов не имеется. Понятно, что тяжелый лежачий пациент и пациент, находящийся в сознании, активно двигающийся, требуют различной степени контроля функций организма. Исходя из этого, осуществляются разные уровни мониторинга по объему получаемой информации, табл. 3.

В палатах ОРИТ у пациентов в раннем послеоперационном периоде проводился мониторинг 1–2-го уровня.

Так, первой описанной выше пациентке Д.Д.Ю. проводился мониторинг первого уровня. На 5-е сутки пациентка экстубирована, удалена канюля для измерения артериального давления, мониторинг осуществлялся неинвазивно по отдельным параметрам (второй уровень). На 8-е сутки пациентка была переведена в отделение, где проводился мониторинг 3–4-го уровня.

Фактически базовый модуль ПТС в любой момент способен вести контроль всех параметров, но излишняя информация сокращается для экономии времени врача. А для активно двигающегося пациента уменьшение количества датчиков увеличивает уровень комфорта.

Если рассматривать дистанционный патронаж, то уровень мониторинга 3 или 4 показан всем категориям высокорисковых пациентов и длительно иммобилизованным пациентам (ДИП). Он также показан при любых заболеваниях у людей пожилого и старческого возраста, если они не госпитализируются, у пациентов с нарушениями ритма, ночным апноэ, приступами эпилепсии.

«Пиканье» монитора – это сильное успокаивающее средство для волнующихся за жизнь пациента родственников (тот же принцип реализован в «радионянках», отслеживающих дыхание малышей во сне).

Уровень 5 – периодическая, несколько раз в день, фиксация данных ЭКГ, АД, пульсоксиметрии, температуры, ЧД фактически не является мониторингом в прямом смысле этого слова. Прибор используется как диагностический комплекс. Показан при дистанционном патронаже для контроля состояния вполне сохранных пациентов. Также ПТС используется при проведении реабилитационных

мероприятий – увеличении физической нагрузки, вертикализации и т. д. На основании полученных результатов делается заключение о ходе восстановления двигательных функций у пациента, его реакции на испытываемые при этом нагрузки, оцениваются риски и физиологические резервы организма. В результате анализа врач имеет возможность на основании объективных данных скорректировать объем и интенсивность реабилитационных мероприятий.

В ходе получения клинического опыта были не только определены уровни дистанционного мониторинга, но и сформулированы предварительно алгоритмы проведения мониторинга для медицинского персонала.

Алгоритмы мониторинга отличаются в зависимости от используемого базового режима работы ПТС. При этом отличия касаются как организации работы бригады мониторинга, так и осуществления тревожного режима

Алгоритм мониторинга в режиме «Больница»

Мониторинг происходит в период пребывания пациента в стационаре (отделении реанимации и интенсивной терапии, палаты в других отделениях). Трансляция показаний датчиков с ПТС происходит по каналу Wi-Fi до точки доступа, установленной в отделении. Далее сигнал передается, как правило, по внутренней сети больницы, хотя возможна трансляция и по интернету. Однако передача сигнала по внутренней сети сокращает отставание формирования картинки с показателями жизнедеятельности пациента от момента проведения измерения, снижает риск возникновения помех и искажений сигналов, повышает безопасность от внешних несанкционированных вмешательств в работу системы и от отключений внешней сети интернет.

Центральная станция мониторинга может располагаться в любом помещении больницы. На сестринском посту, в ординаторской на рабочем месте врача, находящихся в данном отделении, организуется пункт наблюдения за больными. Трансляция на удаленные конечные устройства врачей и медицинских сестер может производиться по внутренней компьютерной сети, включая беспроводные участки с Wi-Fi, а может и по интернету.

В случае нахождения врача вне территории больницы доступ его конечного устройства в систему осуществляется либо по Wi-Fi-сети, в которой оно зарегистрировано, либо по каналу GSM. В обоих случаях связь осуществляется через интернет.

Особенности алгоритма мониторинга в режиме «Дом»

Пункт наблюдения за больными, находящимися на удаленном наблюдении, организуется в специально создаваемом для этой цели отделении дистанционного мониторинга (в поликлинике, медицинском центре, больнице). При наступлении тревожного режима к средствам компьютерной связи добавляется телефонная связь с пациентом, его родственниками, территориальными станциями скорой помощи.

Особенности алгоритма мониторинга в режиме «Улица» или «Эвакуация»

Вариант «Улица» подразумевает использование ПТС при нахождении пациента вне клиники или вне дома, когда его местонахождение неизвестно медицинским специалистам, ведущим мониторинг. Медицинская бригада, осуществляющая транспортировку или сам пациент, выходя на улицу, должны взять с собой одно из мобильных устройств связи – смартфон, планшет или мобильный (носимый) Wi-Fi-роутер.

В режиме «Улица» приоритетным каналом связи становится GSM, за исключением тех периодов, когда пациент находится в пределах действия сети Wi-Fi, в которой ПТС прописана. При этом обязательным является подключение оператором мобильной связи услуги геолокации, так как в случае наступления критической ситуации с пункта дистанционного мониторинга необходимо оперативно передать скорой помощи координаты нахождения больного. При транспортировке отслеживается удаленность пациента и рассчитывается время прибытия транспорта в стационар, что дает возможность подготовиться к приему пациентов или скоординировать темп эвакуации.

Выводы

1. Персональная телемедицинская система «Оберег» может применяться в палатах интенсивной терапии для неинвазивного контроля состояния пациентов при отсутствии других систем мониторинга с выводом всех показателей на рабочее место медицинской сестры и врача.
2. Применение ПТС «Оберег» в реальных условиях ОРИТ доказало ее надежность, высокую точность обработки данных, устойчивость работы в условиях реальных помех (работы аппаратуры, манипуляции с пациентами или движения пациента).
3. ПТС «Оберег» не оказывает влияния на работу других приборов, подсоединенных к пациенту.
4. ПТС «Оберег» позволяет осуществлять контроль состояния больного из любого места в клинике любым количеством наблюдающих, а также удаленно, что повышает качество контроля и лечения пациента.

Проект выполнен при финансовой помощи ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям) и ООО «Красный Яр».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 ноября 2012 г. № 919н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению по профилю «анестезиология и реаниматология» // Рос. газ. – 2013. – 11 апр.
2. Патент РФ на полезную модель № 172819, 25.07.2017. Приборный блок носимого медицинского диагностического комплекса.
3. Патент на полезную модель RU 188138. Приборный блок носимого медицинского диагностического комплекса.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611672 «Оберег» – Станция, 05.02.2018.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611673 «Оберег» – Сервер, 05.02.2018.
6. Субботин В. В. Алгоритмы и стандарты в анестезиологии-реаниматологии / В. В. Субботин // Портал HiMedTech.ru – Высокие технологии в медицине. – Режим доступа: http://himedtech.ru/articles/9101.html?phrase_id=18845 (дата обращения: 27.05.2020).

Для цитирования: Еременко А. А., Ростунова Н. В., Будаян С. А., Стец В. В. Опыт клинической апробации персональной телемедицинской системы «Оберег» для дистанционного мониторинга пациентов в отделениях интенсивной терапии. Медицинский алфавит. 2020 (13): 52–58. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-13-52-58>.

For citation: Eryomenko A. A., Rostunova N. V., Budagyan S. A., Stets V. V. Experience of clinical testing of personal telemedicine system 'Obereg' for remote monitoring of patients in intensive care units. Medical alphabet. 2020 (13): 52–58. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-13-52-58>.

