

Эффективность диагностики сердечно-сосудистых заблеваний в формате специализированной службы автоматического телемониторинга с применением программно – аппаратного комплекса «киберсердце»

¹ ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №5 Нижегородского района Нижнего Новгорода», г. Н. Новгород; ² ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород; ³ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород

Nikolskii A. V., Levanov V. M., Kachkov D. A., Moskalenko V. A.

The effectiveness of diagnostics of cardiovascular piking in the format of a specialized automatic telemonitoring service using the software and hardware complex "cyber heart"

Резюме

Введение: Болезни системы кровообращения остаются самой распространенной причиной смерти населения [1]. Диагностика проблем у больных сердечно-сосудистыми заблеваниями (ССЗ) и людей, находящихся в группе риска, является чрезвычайно важной для профилактики и оперативной госпитализации при угрожающих жизни состояниях [2], позволяет существенным образом снизить смертность за счет своевременного начала адекватного лечения.

Комплексное обследование пациента в настоящее время уже невозможно без использования линейки сложных цифровых диагностических методов и систем, врачу приходится анализировать огромный объем данных, в том числе поступающих в электронном виде [3,11].

Телемедицина – современное воплощение применения информационно-телекоммуникационных технологий для оказания медицинской помощи. Она разрабатывается и совершенствуется уже в течение нескольких десятилетий в различных областях медицины [4], в том числе и в кардиологии [5, 6, 7, 11].

Коллективом авторов разработан и апробирован программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Киберсердце», который позволяет осуществлять работу в рамках информационной цепочки: «пациент - кабинет мобильного мониторинга (КММ) - врач - пациент» и решает задачи диагностики и оптимизации в области терапии, хирургии и аритмологии в кардиологической практике [9, 11].

Материалы и методы.

ПАК "Киберсердце" позволяет:

- осуществлять сбор и хранение медицинских данных пациента,
- с высокой точностью проводить удаленную диагностику сердечно-сосудистых заболеваний,
- оперативно предлагать стратегии лечения пациента на основе федеральных стандартов оказания медицинской помощи и национальных клинических рекомендаций,
- реконструировать и визуализировать трехмерную модель сердца по результатам КТ или МРТ томографии,
- автоматически сегментировать зоны и определять патологические участки миокарда.

Комплекс ориентирован на интеграцию с медицинскими учреждениями различных уровней, предусмотрены варианты конфигурации ПАК "Киберсердце":

- а) для федеральных центров биомедицины и здравоохранения,
- б) для республиканских, краевых, областных больниц,
- в) для городских лечебно-диагностических центров, больниц и поликлиник,
- г) для районных больниц и поликлиник.

Для внедрения в клиническую практику ПАК «Киберсердце» требует наличия в медицинской организации (МО) локальной сети и персональных компьютеров, с установкой на них отечественного программного обеспечения «Киберсердце».

Также необходима установка серверного оборудования для программного модуля «Кардиобаза». Сервер нужен для хранения медицинской информации, однако, возможна и прямая маршрутизация данных в удаленный Data -центр. Важно отметить открытый формат разработки цифровой интеграционной платформы ПАК "Киберсердце". Комплекс совместим с различными моделями цифровых электрокардиографов и системами холтеровского мониторирования электрокардиограммы (ЭКГ).

Структура экспериментального комплекса объединила МО различного уровня в вертикальную систему:

- кабинет функциональной диагностики на базе медицинского пункта ННГУ им Н.И. Лобачевского (1 уровень), где проводилось снятие 12 канальной ЭКГ покоя амбулаторным пациентам

- поликлиника №50 Приокского района Н. Новгорода (2 уровень),

где проводилось снятие 12-канальной ЭКГ покоя, Холтеровское мониторирование ЭКГ, мобильная кардиорегистрация ЭКГ

- ГУ СККБ городской кардиохирургический центр, где проводилось снятие 12 канальной ЭКГ покоя пациентам стационара

- ГБУЗ НО Городская клиническая больница №5 Н.Новгорода (3 уровень), где в отделениях стационара, приемном покое и отделении функциональной диагностики была развернута сеть по сбору данных ЭКГ, ЭКГ-МТ, ЭХО КГ в цифровом виде.

Данные со всех уровней (1, 2 и 3) в цифровом исходном виде поступали в режиме реального времени на сервер "Киберсердце", расположенный в ННГУ им Н.И. Лобачевского, где они хранятся и обрабатываются методами машинного анализа. (Рис. 1)

Выводы:

Для осуществления обратной связи с сервера «Киберсердце» данные поступают в программу «Кабинет врача», которая может быть установлена на обычном планшетном или стационарном компьютере в МО любого уровня.

Внедрение в рутинную медицинскую практику ПАК "Киберсердце" не требует специального обучения медицинского персонала. Работа врача клиники с комплексом не отличается от работы с уже используемой в ЛПУ медицинской информационной системой (МИС). Программное обеспечение "Киберсердца" встраивается в уже функционирующую в лечебном учреждении МИС

Ключевые слова: диагностика, Киберсердце, заболевание, сердечно-сосудистая, врач

Для цитирования: Никольский А.В., Леванов В.М., Карчков Д.А., Москаленко В.А., Эффективность диагностики сердечно-сосудистых заблеваний в формате специализированной службы автоматического телемониторинга с применением программно –аппаратного комплекса «киберсердце», Уральский медицинский журнал, №07 (190) 2020, с. 64 - 69 , DOI 10.25694/URMJ.2020.07.39

Summary

Introduction: Diseases of the circulatory system remain the most common cause of death in the population [1]. Diagnosis of problems in patients with cardiovascular paking (CVD) and people at risk is extremely important for prevention and prompt hospitalization in life-threatening conditions [2]. It can significantly reduce mortality due to the timely initiation of adequate treatment.

Comprehensive examination of the patient is currently impossible without the use of a range of complex digital diagnostic methods and systems, the doctor has to analyze a huge amount of data, including those received in electronic form [3,11].

Telemedicine is the modern embodiment of the use of information and telecommunications technologies for medical care. It has been developed and improved for several decades in various fields of medicine [4], including cardiology [5, 6, 7, 11].

The team of authors developed and tested the software and hardware complex (PAC) "cyber heart", which allows you to work within the information chain: "patient-mobile monitoring room (MMM) - doctor-patient" and solves the problems of diagnostics and optimization in the field of therapy, surgery and Arrhythmology in cardiology practice [9, 11].

Materials and methods.

The "cyber Heart" PACK allows you to:

- collect and store the patient's medical data,
- perform remote diagnostics of cardiovascular diseases with high accuracy,
- promptly propose patient treatment strategies based on Federal standards of medical care and national clinical recommendations;
- reconstruct and visualize a three-dimensional model of the heart based on CT or MRI scans,
- automatically segment zones and identify abnormal areas of the myocardium.

The complex is focused on integration with medical institutions of various levels, and configuration options for the "cyber heart" PACKAGE are provided:

- a) for Federal centers of Biomedicine and health care,
- b) for Republican, regional, and regional hospitals,

- c) for urban medical and diagnostic centers, hospitals and clinics,
- d) for district hospitals and clinics.

For implementation in clinical practice, PAC "Cyberserdce" requires the presence of a local network and personal computers in the medical organization (MO), with the installation of domestic software "Cyberserdce" on them. Also required installation of server equipment for software module "Kardiolita". The server is necessary for storing medical information, but direct routing of data to a remote Data center is also possible.

It is important to note the open format of the development of the digital integration platform PAC "cyber heart". The complex is compatible with various models of digital electrocardiographs and Holter electrocardiogram monitoring (ECG) systems.

The structure of the experimental complex combined the MO of various levels into a vertical system:

- functional diagnostics room at the medical center of the Lobachevsky state medical University (level 1), where 12-channel resting ECG was performed for outpatient patients

- polyclinic No. 50 of the Prioksky district of N. Novgorod (level 2),

where the 12-channel resting ECG was removed, Holter ECG monitoring, mobile ECG cardioregistration was performed

- GU SKKB city cardiac surgery center, where the removal of 12-channel resting ECG was performed for hospital patients

- GBUZ NO City clinical hospital no. 5 of Nizhny Novgorod (level 3), where a network for collecting ECG, ECG-MT, and echo KG data in digital form was deployed in the hospital departments, the emergency room and the functional diagnostics Department. Data from all levels (1, 2 and 3) in digital source form was sent in real time to the "Cyberserdce" server located at the Lobachevsky state University, where they are stored and processed by machine analysis methods. (Fig. 1)

Conclusions:

To provide feedback from the "cyber Heart" server, data is sent to the "doctor's Office" program, which can be installed on a regular tablet or desktop computer at any level of the MO.

The introduction of the "cyber Heart" PACK into routine medical practice does not require special training of medical personnel. The work of the clinic's doctor with the complex does not differ from the work with the medical information system (MIS) already used in the medical center. The "cyber heart" software is integrated into the MIS already functioning in the medical facility

Keywords: diagnostics, cyber heart, disease, cardiovascular, doctor

For citation: Nikolskii A. V., Levanov V. M., Kachkov D. A., Moskalenko V. A., The effectiveness of diagnostics of cardiovascular piking in the format of a specialized automatic telemonitoring service using the software and hardware complex «cyber heart», Ural Medical Journal, No. 07 (190) 2020, p. 64 - 69 , DOI 10.25694/URMJ.2020.07.39

Введение

В рамках исследования за 2018 год было собрано и проанализировано 4201 записей ЭКГ поступавших из МО разного уровня, требовавших «экспертной интерпретации данных ЭКГ» и «поддержки принятия врачебного решения». (таблица1) Все обследования пациентов с ССЗ проходили врачебную проверку специалистами функциональной диагностики на базе Городской клинической больницы №5 в программе «Кабинет врача».

Материалы и методы

Для анализа разнородных медицинских данных и решения стандартных задач диагностики в помощь врачу были привлечены ресурсы машинного обучения и алгоритмы искусственного интеллекта, заложенные в ПАК «Киберсердце» при проектировании, что позволило оперативно направлять специалистам (кардиологам, кардиохирургам, аритмологам) систематизированную информацию о пациенте в едином отчете с предварительным машинным анализом.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены результаты обследования пациентов в ЛПУ различных уровней организации. Все-

го было обследовано 1986 амбулаторных пациентов, из которых 1248 - это пациенты районной поликлиники. Все пациенты проходили осмотр в кардиокабинете без присутствия врача, исследования проводила медицинская сестра функциональной диагностики. По итогам инструментального обследования ЭКГ, в момент обращения, на руки пациенту выдавалось заключение с результатами исследования и рекомендациями по дальнейшему обследованию. Из 1986 пациентов патологические отклонения были выявлены у 1020 человек. Именно эти пациенты были направлены на прием к кардиологу поликлиники в первую очередь.

Для сравнительного анализа и оценки точности полученных результатов программа «Киберсердце-Диагностика» была протестирована на открытых международных базах данных ЭКГ: ArrhythmiaDataSet, PhysioNet PTBDB, PhysioNetCompetition, а также на материалах собственной базы данных, включающей 1652 записи стандартных 12-канальных ЭКГ покоя, разделенных на 11 классов, при этом для обучения были использованы ЭКГ, полученные от 1242 пациентов. Классы «Кардиобазы» были разработаны, исходя из классических клинико-электрофизиологических подходов к заключениям по ЭКГ (табл. 2)

Комплексная оценка полученных результатов по

Таблица 1

Категория	ЭКГ в пределах нормы		ЭКГ с патологическими изменениями		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Амбулаторные пациенты поликлиники	324	26,0	924	74,0	1248	100
Амбулаторные пациенты кардиокабинета	642	87,0	96	13,0	738	100
Стационарные пациенты	328	18,0	1495	82,0	1823	100
Пациенты после оперативных вмешательств на сердце	94	24,0	298	76,0	392	100
Итого	1388	33,0	2813	67,0	4201	100

Таблица 2. Классы нозологических форм для автоматического анализа ЭКГ

Диагностируемое состояние	Se, %	Spec, %	Число ЭКГ
Трепетания или фибрилляции предсердий	94.55	96.03	1249
Гипертрофия предсердий	82.63	62.50	980
Экстрасистолия предсердная	90.48	93.25	812
Экстрасистолия желудочковая	94.42	98.65	1803
Суправентрикулярные тахикардии (АВУТ, ДПЖС)	69.23	72.14	72
AV-блокада 1 степени	89.82	96.73	105
AV-блокада 2 степени 1 типа	78.22	86.43	31
AV-блокада 2 степени 2 типа	78.76	92.98	21
AV-блокада 3 степени	90.21	96.32	56
Блокада ПНПГ	84.29	91.72	214
Блокада ЛНПГ	86.67	95.09	76
Признаки ишемии миокарда	93.12	82.75	1267

классам признаков происходила с помощью пятикратного перекрестного контроля по метрике ROC-AUC. Точность диагностики по разработанному авторами алгоритму в соответствующих классах признаков составила 62,9–95,1%.

При оценке диагностической значимости разработанных для программы «Киберсердце–Диагностика» алгоритмов проведены сравнительные исследования качества алгоритмов сегментации по стандартам Association for the Advancement of Medical Instrumentation. NSI/AAMI C57:1998/(R)2008, основанным на сегментация ЭКГ – процесс нахождения ключевых точек на ЭКГ (начал и концов P и T волн и QRS-комплексов)

Исходя из данных таблицы 2, программа "Киберсердце–Диагностика" позволила в автоматическом режиме выявлять и классифицировать различные виды нарушений проводимости сердца и выявлять признаки

ишемии миокарда.

Внедрение комплекса "Киберсердце" позволило врачам на местах получать весь объем разнородной медицинской информации о пациенте: анкетные данные, анамнез, результаты инструментальных методов диагностики таких как КТ, МРТ сердца, ЭКГ покоя, ЭКГ мониторинг, стресс-ЭКГ тесты, ЭХО-кардиография, лабораторные показатели. Все данные о пациенте передавались в МИС ЛПУ с сервера Киберсердце в исходном цифровом виде. Таким образом, возможно хранение и дальнейшая передача нативных медицинских данных в полном объеме между различными стационарами и ЛПУ по каналам региональной МИС или ЕГИСЗ при переводе пациента или смене места жительства. Применение ПАК Киберсердце позволило объединить сеть отдельных медицинских пунктов и кабинетов, где находится средний медицинский персонал, либо врачи терапевты об-

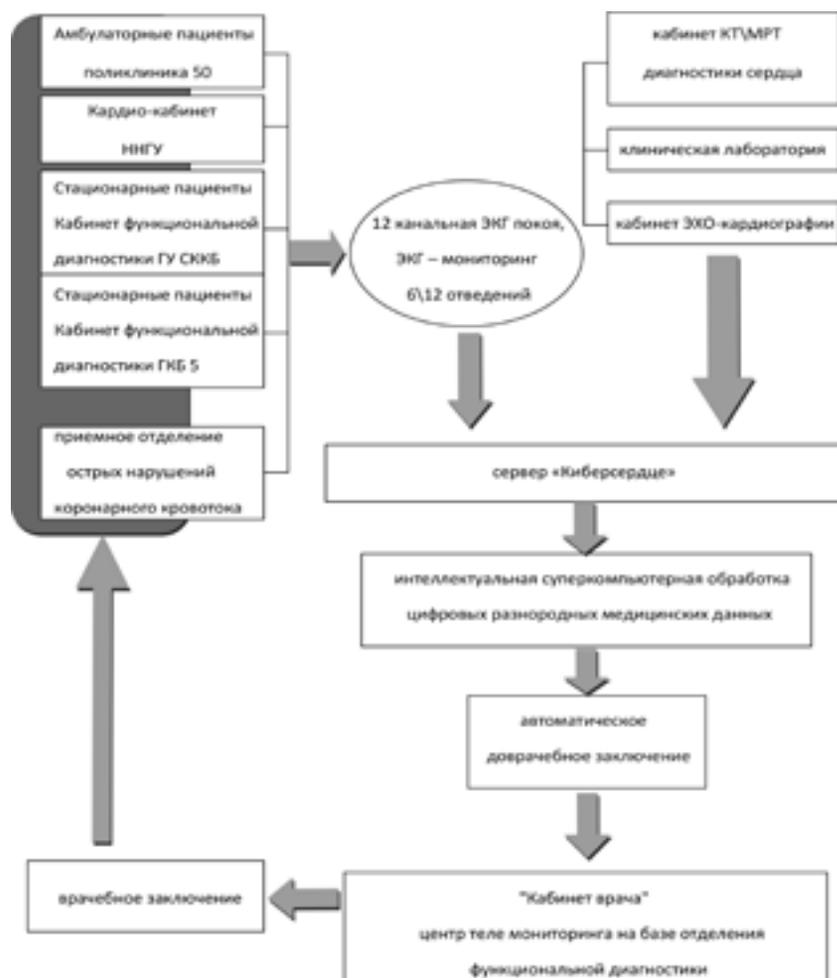


Рисунок 1 Схема логистической работы ПАК Киберсердце

шей практики в единую систему, функционирующую в режиме реального времени. Система автоматической поддержки принятия врачебного решения на базе ПАК Киберсердце совместно с врачом функциональной диагностики обеспечила непрерывный контроль параметров поступающих результатов функциональной диагностики пациентов и удаленно формировала по-синдромальное заключение и предварительный диагноз. Таким образом сразу же по завершении снятия ЭКГ, холтеровского ЭКГ или стресс ЭКГ тестирования в локальном кабинете врача общей практики, ФАПе или просто медицинском пункте, пациент получал врачебное заключение с рекомендациями по дальнейшей диагностике и лечению.

Врачи на местах получили систему поддержки принятия решений, которая в режиме реального времени автоматически формирует доврачебное заключение с предварительным диагнозом, рекомендациями по лечению пациента, назначению дальнейших обследований и лабораторных анализов. В заключении учитываются показания к хирургическому или иному виду лечения на основании федеральных стандартов оказания медицинской помощи и национальных клинических специализированных рекомендаций.

Выводы

1. По результатам автоматической диагностики в режиме реального времени ПАК "Киберсердце" формировал доврачебное заключение с предварительным диагнозом, рекомендациями по лечению и назначениям дальнейших обследований и лабораторных анализов.

2. К ключевым показателям и результатам внедрения проекта можно отнести:

- создание единого архива медицинских данных пациентов,
- сокращение времени пребывания пациентов в стационаре за счет ранней оперативной диагностики,
- осуществление удаленной регистрации суточной ЭКГ в режиме реального времени,
- обеспечение удаленного мониторинга ЭКГ (кардиокабинеты, ФАПы, бригады СМП) там, где отсутствуют врачи кардиологи,
- оптимизация работы специалистов функциональной диагностики, в виде сокращения времени на расшифровку исследований и повышение качества оказываемой медицинской помощи в соответствии с существующими стандартами независимо от квалификации медицинского персонала и удаленности ЛПУ.

3. Создание в Нижнем Новгороде центра теле-мо-

нитинга кардиологических больных стало не только новым, но и перспективным направлением в охране здоровья населения и предупреждения развития ургентной патологии, связанной с функциональными нарушениями сердечной деятельности, требующим регионального масштабирования.

4. Наличие интеллектуальной автоматизированной диагностики на базе ПАК «Киберсердце» разгрузит медицинский персонал, оптимизирует работу узкопрофильных специалистов (врачей функциональной диагностики, кардиологов) и повысит доступность специализированной медицинской помощи для населения, в т.ч. проживающего в отдалённых районах. ■

Никольский А.В. – к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург, ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №5 Нижегородского района Нижнего Новгорода», г. Н. Новгород; **Леванов В.М.** – д.м.н., доцент, профессор кафедры социальной медицины и организации здравоохранения, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород; **Карчков Д.А.** - аспирант., кафедры программной инженерии, **Москаленко В.А.** - аспирант., кафедры АГДМ, ФГА-ОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород. Автор, ответственный за переписку: **Никольский А.В.**, г. Н. Новгород, 603005, ул. Нестерова 34.

Литература:

1. СБОРНИК СТАТИСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО БОЛЕЗНЯМ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ Статистический справочник М., Минздрав России, 2017, 295 стр
2. Иванов Дмитрий Олегович, Орел Василий Иванович, Александрович Юрий Станиславович, Пшениснов Константин Викторович, Ломовцева Резеда Хамидовна Заболевания сердечно сосудистой системы как причина смертности в Российской Федерации: пути решения проблемы // Медицина и организация здравоохранения. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zabolevaniya-serdechno-sosudistoy-sistemy-kak-prichina-smertnosti-v-rossiyskoy-federatsii-puti-resheniya-problemy> (дата обращения: 26.01.2020).
3. От телемедицины к электронному здравоохранению / В. М. Леванов, О.И. Орлов, И.А. Камаев, О.В. Переведенцев. М., 2012. 400 с.
4. Владзимирский А.В., Лебедев Г.С. Телемедицина. Москва, 2018. 576 с.
5. Применение телемедицинских технологий в кардиологии / А.В. Владзимирский, С.П. Морозов, И.А. Урванцева, Л.В. Коваленко, А.С. Воробьев. Сургут, 2019. 119 с.
6. Леванов В.М. Информационно-телекоммуникационные технологии в кардиологии. Н.Новгород, 2014. 158с.
7. Шадеркин И.А. Роль искусственного интеллекта в телемедицине России // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2019. №1-2. С. 38-41.
8. Программный комплекс «Киберсердце-диагностика» для автоматического анализа электрокардиограмм с применением методов машинного обучения. / В.А. Москаленко, Н.Ю. Золотых, А.В. Никольский, А.А. Козлов, А.И. Калякулина, И.И. Юсипов, В.М. Леванов // Современные технологии в медицине. 2019. - №2. - С.86-91. DOI: 10.17691/stm2019.11.2.12
9. Организация амбулаторно-поликлинической помощи населению городского округа "город Якутск" 2018 №3 ISSN 1994-5191 Дальневосточный медицинский журнал
10. Маршрутизация пациентов с болезнями системы кровообращения при оказании высокотехнологичной медицинской помощи на примере Челябинской области Текст научной статьи по специальности «Науки о здоровье»
11. П/ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
12. Монография Под редакцией доктора медицинских наук Е. А. Ефремова, доктора технических наук, профессора С. С. Садыкова
13. Совершенствование диагностики сердечно-сосудистых заболеваний : монография / С. С. Садыков [и др.] ; под ред. д-ра мед. наук Е. А. Ефремова, д-ра техн. наук, проф. С. С. Садыкова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, Муром. ин-т (фил.) [и др.]. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 260 с. ISBN 978-5-9984-0501-3