

Комплекс оптико-физических датчиков для оперативной оценки текущего состояния сердечнососудистой системы

В. А. Фираго, А. В. Лебедевский, С. Г. Славинский, В. М. Слодинская

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: lededevskiys@yandex.by*

Представлено компьютеризированное устройство, содержащее микропроцессорный комплекс оптико-физических датчиков, устанавливаемых в трех точках руки, которое предназначено для оперативной оценки состояния сердечнососудистой системы в кабинетах ежегодной диспансеризации населения. Обсуждается методика проведения измерений, определения и визуализации параметров и графических зависимостей кровотока в магистральных артериальных сосудах и сосудах микроциркуляторного русла руки, которые наиболее информативны для врачей общей практики при выявлении во время диспансеризации лиц с признаками сосудистых патологий и направления их к соответствующим узким специалистам.

Ключевые слова: сердечнососудистый мониторинг; рефлексивная пульсоксиметрия; тонометрия; компьютеризированный медицинский комплекс.

Complex of optical-physical sensors for operative assessment of current state of cardiovascular system

V. A. Firago, A. V. Lebedevskiy, S. G. Slavinski, V. M. Slodinskaya

Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: lededevskiys@yandex.by

A computerized device is presented, containing a microprocessor complex of optical-physical sensors installed at three points on the arm. Its purpose is to provide an operational assessment of the state of the cardiovascular system in annual medical dispensary offices. The methodology for measuring, determining, and visualizing the parameters and graphical dependencies of blood flow in the main arterial vessels and microcirculatory vessels of the hand is discussed. Their informative value for general practitioners in identifying individuals with signs of vascular pathologies during medical dispensary examinations and referring them to the appropriate specialists is demonstrated.

Keywords: Cardiovascular monitoring; reflex pulse oximetry; tonometry; computerized medical complex.

Сердечнососудистые заболевания лидируют по количеству смертей в мире [1]. Согласно мнению Всемирной организации здравоохранения, программы по борьбе с гипертензией, стенокардией, атеросклерозом, варикозом, тромбозом можно эффективно осуществлять в учреждениях здравоохранения первого звена [2] (в том числе в кабинетах ежегодной диспансеризации), проводя диагностику перечисленных заболеваний на ранних стадиях и экономя значительные средства как системы здравоохранения страны, так и граждан на их лечение.

В настоящее время врачи общей практики при приеме пациентов с жалобами на сердечнососудистую систему используют тонометр и пульсоксиметр, которые дают информацию о систолическом и диастолическом давлениях крови, частоте сердечных сокращений и сатурации гемоглобина артериальной крови кислородом SaO_2 . Однако

их возможности не позволяют оценивать динамику тока крови в магистральных и малых артериальных сосудах, а также наиболее информативные параметры сосудов артериального бассейна микроциркуляторного русла.

Для внедрения в систему диспансеризации методик и аппаратуры выявления признаков сердечнососудистых патологий на ранних стадиях их развития необходим компьютеризированный комплекс, содержащий комплекс оптико-физических датчиков, позволяющих расширить перечень используемых показателей. В докладе рассматривается созданный комплекс «Кардиоваскулярный помощник терапевта», предназначенный для оценки: систолического P_s , среднего P_m и диастолического P_d давлений крови на основе аппроксимации осциллометрических данных линейно-экспоненциальными функциями; скорости распространения пульсовой волны в магистральных и малых артериальных сосудах; постоянной времени восстановления оксигенации гемоглобина крови кислородом после окклюзии кровотока в нижней части руки плечевой манжетой; вариабельности сердечного ритма.

Рассматриваемый комплекс оптико-физических датчиков позволяет регистрировать и визуализировать на экране компьютера или ноутбука набор регистрируемых и рассчитываемых графических зависимостей:

- формы колебаний давления $\Delta P_{cf}(t, P_{cf})$ в мембране плечевой манжеты, что дает информацию о колебаниях давления крови в аорте с возможностью классификации состояния миокарда, аорты и магистральных артерий, учитывающей наличие и положение дикротической выемки;

- размаха пульсовых колебаний объема крови $\Delta V_{pba}(t, P_{cf})$ в участке плечевой артерии, лежащей под мембраной манжеты (при известной передаточной функции манжеты $H_{cf}(P_{cf})$);

- временных зависимостей сатурации SaO_2 и формы R и IR фотоплетизмограмм при изменении давления в манжете и в спокойном состоянии.

Использование этих зависимостей позволяет рассчитывать коэффициент растяжения стенки плечевой артерии в кольцевом направлении (при знании диаметра ее внутреннего просвета D_{ba}), что косвенно позволяет судить о значении этого коэффициента k_{ts} при отсутствии давления в манжете.

Для исследования состояния малых кровеносных сосудов комплекс оснащен малой окклюзионной манжетой для пальца, совмещенной с пульсоксиметром. Изучение реакции тканей пальца конечности (руки или ноги) на окклюзию позволит определять параметры и состояние сосудов их микроциркуляторного русла.

Библиографические ссылки

1. WHO Mortality Database (2022) – processed by Our World in Data. “Age-standardized deaths that are from cardiovascular diseases per 100,000 people, in both sexes aged all ages” [dataset, electronic resource]. WHO Mortality Database (2022) [original data]. – URL: <https://ourworldindata.org/cardiovascular-diseases?insight=death-rates-from-cardiovascular-diseases-have-declined-in-many-countries#key-insights> (date of access: 21.10.2025).
2. Сердечно-сосудистые заболевания – Информационные бюллетени [Electronic resource] – URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (date of access: 21.10.2025).