

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Кубицький Роман Ігорович

УДК 004.925.5

Пульсоксиметр з wifi модулем

Спеціальність 6.051003 – Комп'ютерні науки

Автореферат
бакалаврської роботи
на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Керівник: Науковий керівник НДР
доцент кафедри медичних приладів та систем, к.ф.-м.н.
Кубов В.І.

Консультант: д-р біол. наук, професор
Томілін Юрій Андрійович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри екології Медичного інституту

Захист відбудеться « 21 » 06 2019 р. о 10⁰⁰ на засіданні
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. _____

З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений « ____ » _____ 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Серед усіх вад розвитку лідируючу позицію займають вроджені пороки серця - їх частота в популяції становить від 7 до 10 на 1000 живонароджених. Приблизно в 25% випадків виявляють критичні вроджені вади серця періоду новонародженості, які стають основною причиною дитячої смертності. Разом з тим більшість критичних вроджених вад серця періоду новонародженості можна діагностувати за допомогою ехокардіографії, а важкий клінічний стан, як правило, при них виникає, може бути стабілізовано інфузією простагландинів, що дозволяє успішно і своєчасно виконувати коригуючі хірургічні та інтервенційні втручання у даній категорії пацієнтів в перші дні, тижні їх життя.

У зв'язку з цим лікарська тактика повинна будуватися на ефективних алгоритмах діагностики, серед яких пульсоксиметричеській тест, в порівнянні з експертної ехокардіографії, як і раніше залишається найдоступнішим і найменш витратним.

Мета: розробити електронний пристрій інвазивного вимірювання вмісту оксигемоглобіну в артеріальній крові людини.

Задачі, що виникають для досягнення поставленої мети:

1. Вибрати математичну модель формування аналітичного сигналу інвазивних методом;
2. Встановити характеристику перетворення вимірювального перетворювача коефіцієнта відображення (парціального тиску) в величину фотоструму приймача випромінювання.
3. Побудувати математичну модель перетворення парціальний тиск-сатурація.
4. Побудувати модель засобу вимірювання для оцінки метрологічних параметрів.
5. Розробити структурну схему пристрою. Запропонувати схемні рішення для структурних компонентів.

6. Розробити елементи конструкції пристрою інвазивного вимірювання вмісту оксигемоглобіну в артеріальній крові людини.

Об'єкт: Пульсоксиметрія на базі фотоплетізографія.

Предмет: Портативний пульсоксиметр бази мікросхеми фотоплетізографія Max30100 мікропроцесорної плати ATmega328 та Esp8266

Використані методи: методи теорії кольору для розробки аналітичної моделі формування теплових карт, методи апаратних безконтактних вимірювань температури, методи бездротової передачі інформації, метод фільтрації зображення за допомогою функції Гауса.

Бакалаврська робота виконувалась у відповідності до завдань науково-дослідної роботи Чорноморського національного університету (ЧНУ) ім. Петра Могили «Розроблення бездротових енергонезалежних інформаційно-вимірювальних мереж критичного застосування військово-цивільного призначення» (№ держ. реєстрації 0117U000447, 2017–2018 рр., наук. керівник Мусієнко М. П.).

Практичне значення одержаних результатів: результати роботи використані у поточній діяльності підприємства «Добробут» при підготовці теплотрас до опалювального сезону 2018/2019 рр., що підтверджено відповідним Актом впровадження.

Апробація результатів бакалаврської роботи відбулася під час:

- X Міжнародної науково-практичної конференції «Free and Open Source Software FOSS–2018» (м. Харків, Харків. наці. ун-т будівництва та архітектури);
- тренінгу «Інформаційні системи і технології у забезпеченні сталого розвитку сучасного світу» в межах Міжнародної науково-практичної конференції «Ольвійський форум–2017» (м. Миколаїв, ЧНУ ім. Петра Могили).

Публікації. Основні положення та результати бакалаврської роботи опубліковані в 2 друкованих працях, з них: 1 стаття [1] та 1 публікація у збірнику матеріалів міжнародної науково-практичної конференції [2].

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з __ найменувань, __ додатків на __ сторінках. Основна частина роботи становить __ сторінок, серед яких __ рис. та ____ табл.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ: Пульсоксиметрія є неінвазивний методом вимірювання процентного вмісту оксигемоглобіну (гемоглобін, у якого кожна молекула включає 4 молекули (O₂) кисню) в артеріальній крові (SpO₂).

Пульсоксиметрія - метод швидкої діагностики при розвитку гіпоксії (Знижений вміст кисню в крові), дихальної недостатності і т.д. Завдяки високій інформативності, неінвазивності, простоті і економічності в застосуванні пульсоксиметрія відноситься до обов'язкових методів моніторингу при будь-якій анестезії, хірургічних утручаннях. Ця теза, вперше наведений в Гарвардському стандарті анестезії (1985 г.), нині є загальноприйнятим.

Пульсоксиметр - це медичний прилад для неінвазивного вимірювання частоти пульсу і ступеня насичення (сатурації) киснем гемоглобіну крові. Введення в широку клінічну практику пульсоксиметрів вважається найбільш значним досягненням в моніторингу безпеки пацієнта за останні 15 років.

Перша частина: Історія пульсоксиметр починається в 1874 році, коли дослідник Вірордт визначив залежність (слабшання) потоку червоного світла, що проходить через кисть, при накладенні джгута. У 1972 році Такуо Аоягі, інженер японської корпорації NIHON KONDEN, вивчав неінвазивний спосіб вимірювання серцевого викиду і виявив, що, враховуючи коливання абсорбції (поглинання) світла, розрахувати можна і оксигенації (насичення киснем) артеріальної крові.

Перший пульсоксиметр був випущений корпорацією Nihon Kohden в 1975 році. Для даного приладу система світлофільтрів як і раніше використовувалася в якості джерела світла. У 1977 році в Японії корпорація Minolta випустила модель з кабелем, передає світлові потоки світлодіодів від монітора до пальцевого датчика.

Запропонована в 70-х роках методика пульсової оксиметрії заснована на використанні принципів фотоплетізографія (метод дослідження периферичної гемодинаміки, заснований на вивченні поглинання світла, що проходить через досліджувану ділянку тканини з пульсуючим кров'ю), дозволяють виділити артеріальну складову абсорбції світла для визначення оксигенації артеріальної крові. Вимірювання цієї складової дає можливість використовувати спектрофотометрію (метод, заснований на поглинанні монохроматичного випромінювання, тобто випромінювання з однієї довгої хвилі у видимій ультрафіолетових областях спектра) для неінвазійного через шкірного моніторингу сатурації артеріальної крові киснем.

Є багато патологій, що супроводжуються гіпоксією - постійним, хронічною нестачею в крові кисню. При цьому систематичного спостереження вимагає показник сатурації кисню крові і частота пульсу. Для цих цілей використовується пульсоксиметр.

Пульсоксиметр (від англійських слів pulse oximeter) -це контрольний діагностичний медичний прилад для неінвазійного вимірювання рівня сатурації кисню крові і частоти пульсу, заснований на реєстрації фотоплетізограми, що надходить з приладу, розміщеного, наприклад, на кінчику пальця.

Друга частина: Концентрація кисню у крові людини – важливий показник її стану, зокрема, серцево-судинної та дихальної систем. Найточніше – інвазійне вимірювання, яке проводиться в умовах стаціонару. Для регулярного або постійного контролю розроблено метод неінвазійного вимірювання. Неінвазійний метод заснований на різниці у спектрах поглинання гемоглобіну

та його похідних у різних оптичних діапазонах. Кров містить гемоглобін та його похідні: оксигемоглобін, карбоксигемоглобін, метгемоглобін тощо.

Частка оксигемоглобіну до всіх його різновидів позначається SaO_2 , але визначити концентрацію всіх похідних гемоглобіну неінвазійним методом досить складно. Тому звичайно визначається частка оксигемоглобіну відносно гемоглобіну, яка позначається SpO_2 : При цьому похибка не перевищує 2%. На рисунку 1 наведено спектри поглинання гемоглобіну у венозній крові, а також оксигемоглобіну з приєднаними атомами кисню. Однакове поглинання відбувається в інфрачервоному діапазоні за довжини хвилі 805 нм. Завдяки значній різниці поглинання у червоному діапазоні (довжина хвилі 660 нм) існує можливість вимірювати SpO_2 оптичними методами. Для компенсації поглинання світла у венозній крові та тканинах слід також вимірювати поглинання в інфрачервоному діапазоні з довжиною хвилі 800–900 нм. Головна перевага розробленого пристрою порівняно з існуючими – повторюваність результатів вимірювань завдяки використанню мікроелектронного датчика із цифровим виведенням первинних даних, низьким рівнем шумів, можливість використання у мобільних пристроях з автономним живленням.

Оптичний метод вимірювання концентрації кисню в крові досить точний за виконання певних умов. Використаний датчик дає достатньо стабільні результати за відсутності м'язової активності. Завдяки малому робочому струму датчик можна використовувати у пристроях з автономним живленням. Сигнали з датчика мають невеликий рівень перешкод у спокої, але цей рівень значно підвищується за м'язової активності. Це може стати великою проблемою за умов застосування такого методу в мобільних пристроях для індивідуального користування.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи були проаналізовані різні пульсоксиметри, призначені для вимірювання пульсу і концентрації гемоглобіну в крові. У практичній частині курсового проекту розроблена електрична принципова схема пульсоксиметра, що працює по оптичному принципом. Як джерело випромінювання використані інфрачервоний і червоний світлодіоди, як фотоприймача - РN фотодіод, що відрізняється дуже високою лінійністю фотоелектричної характеристики. Для усунення впливу природного освітлення застосована схема з модуляцією зондуючого світла частотою 32768 Гц. Для обробки результатів вимірювань в схемі використаний економічний мікроконтролер. Для відображення результатів вимірювань використовується дуже економічний ЖК - індикатор. Все це забезпечує вкрай мале енергоспоживання схеми. Прилад живиться від автономного джерела годувань.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Вимірювання електричних і неелектричних величин: Навчальний посібник для вузів: п / р М.М. Евтіхеева.- М.: Вища школа, 1990.
2. Козлов А.А., Берковський А.Л., Простакова Т.М. // Клин. лаб. діагностика, 1997; №9, с. 19-20.
3. Енциклопедія клінічних лабораторних тестів під ред. Н. Тіца, М., Лабінформ, 1997 г.
4. Медичні лабораторні технології і діагностика, під ред. А.І. Карпіщенко. Довідник, т 1, С. Петербург, 1998 г.
5. Довідник по клінічним методам дослідження, під ред. Е.А. Кост, 2-е изд., М., 1975 г.
6. Медична електронна апаратура для охорони здоров'я: Пер.с англ. / Л. Кромвелл, М. Ардітті, і ін. Під ред. Утямишева Р М .: Радио и связь, 1981.
7. Блюменфельд Л.А. .. Гемоглобін і оборотне приєднання кисню, М., 1957.

8. Антонов В.С., Власенко В.І., Ованесов Е.Н. Патент РФ № 2052197, кл G 01 N 33/48, опубл. 10.01.96. Бюл. № 1.

9. Левшина Є.С., Новицький П.В. Електричні вимірювання фізичних величин.- Л.: Вища школа, 1983.

10. Мікрокомп'ютерні медичні системи: Проектування і застосування. / Под ред. Томпкінса У., Вебстера Дж. Пер. з англ. - М.: Мир, 1983.

АНОТАЦІЯ

У багатьох країнах Європи і США пульсоксиметрія входить в стандарт обов'язкового моніторингу під час наркозу, так як надійно фіксує епізоди гіпоксемії і дозволяє своєчасно проводити лікувально-профілактичні заходи. У період пробудження пульсоксиметрія служить надійним методом для контролю відновлення життєвих функцій, перш за все, адекватного дихання і кровообігу.

Таким чином пульсоксиметрія є, мабуть, єдиним практично придатним методом оперативного виявлення ранніх ознак гіпоксемії, що є головною причиною ускладнень під час проведення анестезії.

У хворих, яким проводилася ШВЛ сумішшю з високим вмістом кисню, може розвиватися гіпоксемія під час перекладу з операційної в палату інтенсивної терапії за рахунок залишкового дії анестетиків, наркоанальгетиків і міорелаксантів. Іншими причинами можуть бути ожиріння і порушення бронхіальної прохідності (бронхіальна астма в анамнезі, в період ремісії). За даними, з 95 хворих 1-11 класу ризику ASA, у 12% сатурація кисню в крові під час транспортування була нижче 85%, а у 35%-нижче 90%. Ніякого взаємозв'язку з віком, видом анестетика, тривалістю наркозу і рівнем свідомості при транспортуванні виявлено не було.

В умовах роботи виїзних бригад швидкої та невідкладної допомоги пульсоксиметрія швидко дає цінні дані про стан хворих, що страждають широким колом захворювань, і дозволяє здійснювати оцінку ефективності невідкладних заходів надання допомоги і діагностику стану хворих при транспортуванні в стаціонар.

Практична користь пульсоксиметрії полягає у виявленні гіпоксемії у самих різних категорій хворих будь-якого віку і будь-якого ступеня тяжкості. Пульсоксиметрія розширює той небагатий арсенал об'єктивних методів дослідження (АТ, ЧСС, іноді ЕКГ), які зазвичай використовуються лікарями виїзних бригад, дозволяє документувати стан хворих при доставці їх в лікувальні установи.

У багатьох країнах, включаючи Російську Федерацію, пульсоксиметр включена в перелік методів оцінки стану плода при народженні і в ранньому неонатальному періоді в разі асфіксії. За даними обстеження 100 новонароджених (62 отримані шляхом кесаревого розтину), середня величина SpO₂ у новонароджених через 1 хв. після народження склала 59%, причому у 25% дітей SpO₂ була нижче 50%, з яких у 10% - нижче 30%. Величина SpO₂ добре корелювала з оцінкою новонароджених за шкалою Апгар. M.Sendak і ін. повідомили про 4 спостереження використання пульсоксиметр під час реанімації новонароджених перших хвилин життя і дали високу оцінку цій методиці "в порівнянні з єдиним методом визначення сатурації в подібній ситуації - інтенсивністю цианоза". При пошквалі 11-місячної дитини V. Narang встановив, що пульсоксиметрія відображає ефективність реанімації через адекватність оксигенації периферичних тканин. Бакалаврська робота містить 66 с. (без додатків), 33 рис., __ табл., 20 джерел посилання та __ додатки.

ABSTRACT

In many countries of Europe and the United States, pulse oximetry is included in the standard of mandatory monitoring during anesthesia, as it reliably records hypoxemia episodes and allows for timely therapeutic and preventive measures. During the awakening period, pulsometry is a reliable method for monitoring the restoration of vital functions, above all, adequate breathing and blood circulation.

Thus, pulsometry is probably the only practically suitable method for the rapid detection of early signs of hypoxemia, which is the main cause of complications during anesthesia.

Patients who underwent mechanical ventilation with a mixture of high oxygen content may develop hypoxemia during the transfer from the operating room to the intensive care unit due to the residual effect of anesthetics, analgesics and muscle relaxants. Other causes may be obesity and impaired bronchial patency (bronchial asthma in history, during remission). According to, out of 95 patients of the 1-11 risk class ASA, in 12% the oxygen saturation in the blood during transportation was below 85%, and in 35% - below 90%. No correlation with age, the type of anesthetic, the duration of anesthesia and the level of consciousness during transportation was detected.

In the conditions of the work of the ambulance and emergency care teams, pulse oximetry quickly provides valuable data on the condition of patients suffering from a wide range of diseases, and makes it possible to evaluate the effectiveness of emergency measures to assist and diagnose the condition of patients during transportation to hospital.

The practical use of pulse oximetry is to identify hypoxemia in various categories of patients of any age and of any severity. Pulse oximetry expands that rather poor arsenal of objective research methods (BP, heart rate, sometimes ECG), which are usually used by the doctors of field teams, allows you to document the condition of patients upon their delivery to medical institutions.

In many countries, including the Russian Federation, pulse oximetry is included in the list of methods for assessing the status of the fetus at birth and in the early neonatal period in case of asphyxiation. According to surveys of 100 newborns (62 were obtained by caesarean section), the average SpO₂ value in newborns after 1 min. after birth, it was 59%, and in 25% of the children SpO₂ was less than 50%, of which

10% had less than 30%. The value of SpO₂ correlated well with the Apgar score for newborns. M. Sendak et al. reported 4 observations of the use of pulse oximetry during the first minutes of reanimation of newborns and gave a high rating to this technique “compared to the only method for determining saturation in a similar situation - cyanosis intensity”. During the revival of the 11-month-old baby, V. Narang found that pulse oximetry reflects the effectiveness of resuscitation through the adequacy of oxygenation of peripheral tissues.

Thesis contains 66 pages (without appendices), 33 figures, __ tables, 20 references and __ appendices.