

УДК 621

Переваги та недоліки методу оптичної пульсоксиметрії при вимірюванні частоти серцевих скорочень

Осінній І.О., к.т.н. Тугай С.Б.

Пульсова оксиметрія є найбільш доступним методом моніторингу хворих у багатьох умовах, особливо при обмеженому фінансуванні. Вона дозволяє при певному навичку оцінювати кілька параметрів стану хворого, а саме його пульс та сатурацію крові.

Пульсоксиметр вимірює насичення артеріального гемоглобіну киснем. Технологія складна, але має два основних фізичних принципу. По-перше, поглинання гемоглобіном світла двох різних по довжині хвиль змінюється в залежності від насичення його киснем. По-друге, світловий сигнал, проходячи через тканини, стає пульсуючим через зміну обсягу артеріального русла при кожному скороченні серця. Цей компонент може бути відділений мікропроцесором від неппульсуючої, що йде від вен, капілярів і тканин.

На роботу пульсоксиметра впливають багато факторів. Це можуть бути зовнішній світ, тремтіння, патологічний гемоглобін, частота і ритм пульсу, робота серця. Пульсоксиметр не дозволяє судити про якість вентиляції, а показує тільки ступінь оксигенації. Наприклад, можлива затримка появи симптомів

гіпоксії при обструкції дихальних шляхів. І все ж оксиметрія є дуже корисним видом моніторингу кардіореспіраторної системи, що підвищує безпеку хворого.

Пульсоксиметр вимірює:

1. Насичення гемоглобіну артеріальної крові киснем - середня кількість кисню, пов'язана з кожною молекулою гемоглобіну. Дані видаються у вигляді відсотка насичення.
2. Частота пульсу - удари в хвилину в середньому за 5-20 секунд.

Пульсоксиметр не дає інформації про:

- Вмісті кисню в крові;
- Кількості розчиненого в крові кисню;
- Дихальному об'ємі, частоті дихання;
- Серцевому викиді або артеріальному тиску.

Кисень транспортується кровотоком головним чином в пов'язаному з гемоглобіном вигляді. Одна молекула гемоглобіну може перенести 4 молекули кисню і в цьому

випадку вона буде насичена на 100%. Середній відсоток насичення популяції молекул гемоглобіну в певному обсязі крові і є кисневою сатурацією крові. Дуже невелика кількість кисню переноситься розчиненим у крові, однак пульсоксиметром не вимірюються.

Відношення між парціальним тиском кисню в артеріальній крові (P_{aO_2}) і сатурацією відбивається в кривій дисоціації гемоглобіну (рисунок 1). Сигмовидна форма кривої відображає розвантаження кисню в периферичних тканинах, де P_{aO_2} низький. Крива може зрушуватися вліво або право при різних станах, наприклад, після гемотрансфузії.

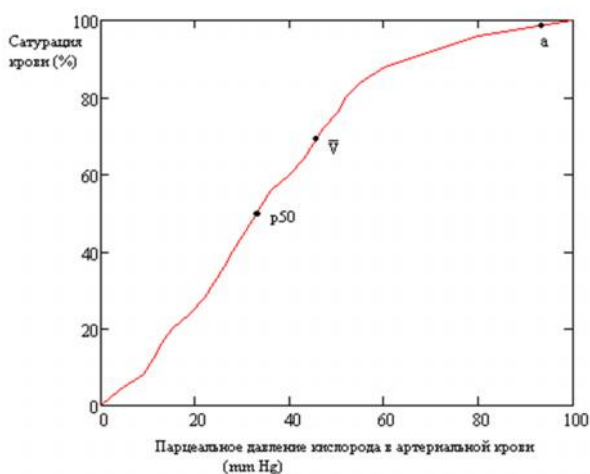


Рис. 1. Крива дисоціації оксигемоглобіну, де а - значення для артеріальної крові v - значення для змішаної венозної крові p50 - P_{aO_2} при сатурації 50% [1]

Сатурація обчислюється в середньому за 5-20 секунд. Частота пульсу розраховується по числу циклів світлодіодів і впевненим

пульсуючим сигналам за певний проміжок часу.

70% не точними, тому що немає контрольних значень для порівняння. Так само порушення ритму серця може порушувати сприйняття. З пропорції поглиненого світла кожної з частот мікропроцесор обчислює їх коефіцієнт. У пам'яті пульсоксиметра є серія значень насичення киснем, отримані в експериментах на добровольцях з гіпоксичною газовою сумішшю. Мікропроцесор порівнює отриманий коефіцієнт поглинання двох довжин хвиль світла з збереженими в пам'яті значеннями. Оскільки неетично знижувати насичення киснем у добровольців нижче 70%, то необхідно визнати, що значення сатурації нижче 70%, отримане по пульсоксиметру, не є надійним.

Переваги методу оптичної пульсоксиметрії.

Дана методика використовується для оцінки життєздатності кінцівок після пластичних і ортопедичних операцій, протезування судин. Пульсоксиметрія вимагає пульсуючого сигналу, і таким чином допомагає визначити, чи отримує кінцівку кров.

За допомогою пульсоксиметрії можна зменшити частоту взяття крові для дослідження газового складу у хворих у відділенні інтенсивної терапії, особливо в педіатричній практиці.

Пульсоксиметрія так само дає можливість обмежити у недоношених немовлят ймовірність розвитку

ушкодження легенів і сітківки киснем (сатурацію підтримують на рівні 90%). Хоча пульсоксиметри калібрують за гемоглобіну дорослих (HbA), спектр поглинання HbA і HbF в більшості випадків ідентичний, що робить методику настільки ж надійної і у немовлят.

Пульсоксиметрія дає хорошу оцінку оксигенації, але не дає прямої інформації про прогресуючі порушення дихання.

Недоліки методу оптичної пульсоксиметрії.

У критичних хворих ефективність методу мала, так як перфузія тканин у них погана і пульсоксиметр не може визначити пульсуючий сигнал. Для підвищення ефективності приладу, можна використати операційний підсилювач, що буде підвищувати сигнал у критичних пацієнтів. А для виділення сигналу з шуму можна використати резонансний фільтр.

При попаданні яскравого зовнішнього світла, наявності тремтіння або руху можуть створювати пульсобразну криву і значення сатурації без пульсу. Для підвищення ефективності приладу, можна використати операційний підсилювач, що буде підвищувати сигнал у критичних пацієнтів. А для виділення сигналу з шуму можна використати резонансний фільтр. Для боротьби з попаданням яскравого світла на фотодіод, можна використати ізольований корпус приладу, або ж закритий датчик, який б не пропускав зовнішнє світло на фотодіод.

Виникають ситуації, коли значення сатурації не дійсні, це може статися через аномальні типи гемоглобіну (метгемоглобін при передозуванні прилокаїну), в цій ситуації сатурація може бути на рівні 85%. Або карбоксигемоглобін, який проявляється при отруєнні чадним газом може давати значення сатурації близько 100%.

Неточність в вимірювання можуть вносити речовини на поверхні тіла людини: барвники, лак для нігтів і т.д.

Запізнючийся монітор - це значить, що парціальний тиск кисню в крові може знижуватися набагато швидше, ніж почне знижуватися сатурація. Якщо здоровий дорослий пацієнт буде дихати 100% киснем протягом хвилини, а потім вентиляція припиниться з яких-небудь причин, може пройти кілька хвилин, перш ніж сатурація почне знижуватися. Пульсоксиметр в цих умовах попередить про потенційне фатальне ускладнення лише через кілька хвилин після того, як воно сталося.

Затримка реакції пов'язана з тим, що сигнал усереднений. Це означає, що існує затримка 5-20 секунд між тим, як реальна киснева сатурація починає падати і змінюються значення на дисплеї пульсоксиметра. Для вирішення цієї проблеми варто змінити програмний код мікроконтролера і робити вимірювання кожні 5 секунд, але мінус полягає в тому, що точність вимірювання пульсу зменшиться.

Висновки

Існує всього чотири основних параметри які повноцінно описують стан здоров'я людини: тиск, температура, пульс, сатурація. Пульсоксиметр- це прилад який показує рівень сатурації гемоглобіну та частоту серцевих скорочень. Зрівнюючи метод оптичної пульсоксиметрії зрозуміло, що він набагато ефективніше методів які дають нам тільки пульс, температуру та тиск, так як пульсоксиметр показує рівень сатурації гемоглобіну та частоту серцевих скорочень, тобто дає інформацію про половину основних параметрів людини.

Література

1. Грицюк, А.И. Пособие по кардиологии / А.И. Грицюк. -

М.: Киев: Здоров'я, 1984. - 560 с.

2. Дошицин, В.Л. Клинический анализ электрокардиограммы / В.Л. Дошицин. - М.: Медицина, 1982. - 206 с.
3. Крицк, В.Ю. Медицинские приборы и аппараты / В.Ю. Крицк. - М.: Каменяр, 1985. - 943 с.
4. Создание устройства для дистанционного мониторинга основных показателей человека // 5fan.ru URL: <http://5fan.ru/> (дата обращения: 30.03.2017).