ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО ТОНОМЕТРА

Гончарук А. В., Адаменко Ю. Ф., к.т.н.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Сучасний напружений ритм життя, з частими недосипаннями, браком фізичної активності, неправильним харчуванням та пов'язаними з цим проблеми зі здоров'ям, спонукають моніторити стан нашого організму. Частими супутниками нашого життя стали фітнес браслети, що дозволяють слідкувати з пульсом, кроковою активністю, фазами сну.

Доволі розповсюдженим, як серед старшого покоління, так і вже серед молоді, є проблеми з артеріальним тиском (АТ) — гіпер- та гіпотонія. Нажаль, функцію моніторингу АТ не є розповсюдженою серед виробників фітнес браслетів. Метою даної роботи є порівняний аналіз методів вимірювання АТ, що можуть бути використані в розробці портативного вимірювача АТ у вигляді фітнес-браслету.

Для визначення АТ використовують два різновиди методів вимірювань — прямий (інвазивний) та непрямий [1]. Оскільки, інвазивні методи передбачають катетеризацію судин датчиком тиску, їх застосування не є прийнятним. Серед непрямих методів найбільш розповсюджені оклюзійні методи, ультразвукове дослідження руху судинної стінки та допплерівське вимірювання швидкості кровотоку. Останні два методи передбачають тільки амбулаторне обстеження. Оклюзійними методами є аускультативний та осцилометричний методи.

В основі аускультативного методу лежить так зване вислуховування звуків у організмі, які проявляють себе у певних умовах (поява пульсацій стінок судин при поступовому стравлюванні тиску в манжетці — систолічний тиск САТ, завершення пульсацій при повному відкритті артерії — діастолічний тиск ДАТ). Хоча цей метод має ряд переваг — високу точність вимірювання, довговічність та невисоку ціну, однак, передбачає наявність людини, яка відслідковує шуми.

Метод осцилоетрії заснований на реєстрації приладом пульсацій повітряного тиску , що виникають в приладі при проходженні крові через здавлену ділянку артерії. В основі осцилометричного методу вимірювання — принцип обробки кривої тиску в манжеті. Відповідно до алгоритму реєстрації артеріального тиску будується огинаюча крива амплітуд тиску в манжеті, що має характерну дзвоноподібну форму. На ній визначається максимум обвідної (P max) і знаходяться характерні точки САТ та ДАТ [2]. На сьогоднішній день цей метод є визнаним офіційним еталоном неінвзивного вимірювання АТ. За цим принципом працюють електроні тонометри та автоматичні тонометри на зап'ястя.

Розробка тонометра у вигляді фітнес-браслетів, чи однотипних до них «розумних годинників» не є новою, але є актуальною. В табл.1 наведено порівняння існуючих на ринку пристроїв.

Таблиця 1. Характеристики сучасних портативних тонометрів

Критерії порівняння	Браслети			
	Herzband Active	Mifone L18 37 Degree	Rooti W/Me2	Tw68-smart
Тип	Розумний браслет	Розумний браслет	Біодатчик	Розумний браслет
Зняття тиску	+	+	+	+
Зняття ЧСС (пульсу)	+	+	+	+
Годинник	+	—	+	+
Будильник	+	+	+	+
Давачі	3Axis, Nordic (оптичний)	Оптичний	ЕКГ	PixArt-PAH8001EI (оптичний)
Ємність акумулятора	80мАч	157мАч	Не зазначено	60 мАч
Час автономної роботи	3-5 днів	120 годин	144 години	7 днів
Підтримка операційних систем iOS, Android	+/+	+/+	+/+	+/+
Приблизна ціна	38$	39$	250$	20$

Як бачимо, в основі їх роботи лежать тензометричні або оптичні давачі. Найбільш розповсюдженим є пристрої з використанням оптичних давачів для вимірювання АТ. Їх недоліком оптичних давачів є висока чутливість до шуму, коли нетісний контакт між давачем і шкірою призводить до забруднення та/або насичення оптичного давача.

Елементи тензометричних датчиків базуються на принципі зміни електричного опору при деформації тензорезисторів. Такі перетворювачі являють собою мембрану з монокристалічного кремнію з дифузійними п’єзорезисторами, підключеними в міст Уінстона. Резистори розміщують на мембрані таким чином, щоб повздовжні і поперечні коефіцієнти тензочутливості були різних знаків, тоді і зміни опорів резисторів будуть протилежними. Основною перевагою цих датчиків є висока характеристика стабільності та стійкість до впливу ударних і знакозмінних навантажень. Зазвичай тензометричні давачі використовуються в якості давачів пульсу, а не АТ. Як наприклад неінвазивний давач пульсу розроблений та запатентований [3] компанією Microsoft. Він повинен був замінити звичайний оптичний датчик, який використовується в фітнес-браслетах типу Fitbit, Microsoft Band і "розумних" годиннику Apple Watch.

Конструкція цього давача показана на рис. 1. Гнучка кришка 7, налаштована на взаємодію з артерією користувача через шкіру. П’єзорезистивний

давач, виконаний у вигляді тонкої мембрани прикріпленої до підложки.

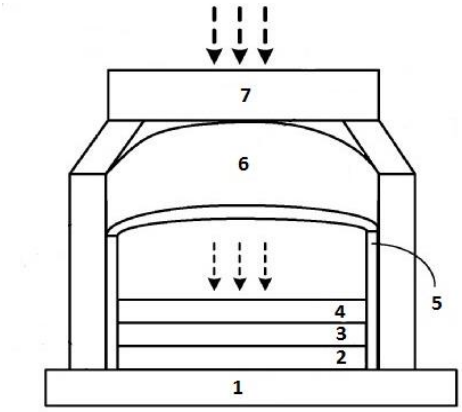

Рисунок 1. Датчик тиску з гнучкою кришкою: 1 — підложка, 2 — поглинаюча площина, 3 — датчик тиску, 4 — шар гелю, 5 — твердий провідник, 6 — струмопровідне середовище, 7 — гнучка м'яка частина призначена для користувача.

Конструкцію цього давача можна переорієнтувати на вимірювання АТ. Для цього всередину пропонується встановити п'єзоелектрик, що створюватиме надлишковий тиск на артерію, а за допомогою п'єзорезистивного давача можна буде фіксувати появу та зникнення пульсацій на стінках артерії.

Якщо фіксувати фітнес-браслет так само як запропоновано в [3], то можливо створити принципово нову конструкцію неінвазивного вимірювача АТ. При цьому ми втрачаємо у точності вимірювань, що в більшості випадків не є суттєвим через те, що фітнес-браслети використовуються для оглядового моніторингу, а не отримання точного результату.

Перелік посилань

1. Ананьев О.В. Гипертония // О.В. Ананьев — Издательство: Вектор, 2007. — 65с. — ISBN 978-5-9684-0572-4

2. Методы неинвазивного измерения артериального давления — Режим доступу: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=8178

3. Патент 20160287102 Transducing pressure to a non-invasive pulse sensor — Режим доступу: https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US178074329&recNum=20&maxRec=75474&office=&prevFilter=&sortOption=&queryString=ALLNAMES%3A%28Microsoft%29&tab=PCTDescription

Анотація

Розглянуто і проаналізовано методи вимірювання артеріального тиску та сучасні портативні тонометри Запропоновано нову конструкцію зняття даних про артеріальний тиск за допомогою п'єзоелектрика та п'єзорезистивного давача.

Ключові слова: артеріальний тиск, неінвазивні методи, датчик тиску.

Аннотация

Рассмотрены и проанализированы методы измерения артериального давления и современные портативные тонометры. Предложена новая конструкция для снятия данных про артериальное давление с помощью пьезоелектрика и пьезорезистивного датчику.

Ключевые слова: артериальное давление, неинвазивные методы измерения, датчик давления

Abstract

The methods of blood pressure measurement and modern portable tonometers are considered and analyzed. The new design for removal blood pressure data using piezoelectricand piezoresistive sensor is proposed

Key words: blood pressure, non-invasive methods for measuring pressure sensor