

МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА КОНТРОЛЮ ІМПЛАНТАТІВ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ОЧНОГО ТИСКУ

*Ткачук Р. А.¹ д.т.н., проф., Ткачук А. А.¹ аспірант,
Яненко О. П.² д.т.н., проф.,*

¹ ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

² КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Збільшення очного тиску може бути причиною атрофії зорового нерва та втратою людиною зору, що характерно для такого важкого захворювання очей як глаукома. Номінальний діапазон, за якого не вражається зоровий нерв знаходиться в межах 9 - 21 мм рт.ст. В той же час протягом доби цей тиск може значно коливатися і навіть сягати критичних меж 50-60 мм рт.ст. [1]. Найбільш ефективними та радикальними при цьому захворюванні є хірургічні методи, які передбачають установку імплантатів для регулювання очного тиску. В той же час виготовлені імплантати можуть відрізнитись один від одного ступенем жорсткості та рівнем спрацювання на внутрішній очний тиск, а деякі навіть бути непридатними для установки в око. Тому необхідно проводити передопераційну перевірку та вимірювання параметрів кожного імплантанта. Відомо декілька методів і відповідно пристроїв для передопераційної перевірки (тестування) імплантатів в режимі *in vitro*. На рис.1 представлено найбільш простий метод з використанням сили земного тяжіння [2].

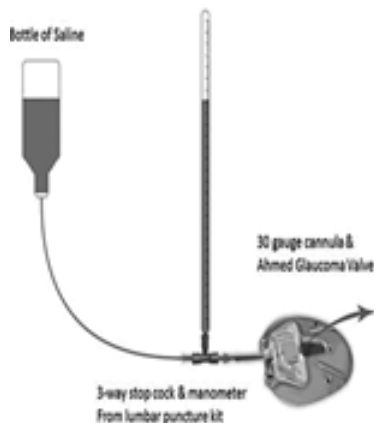


Рисунок 1. Пристрій управління тиском за рахунок земного тяжіння (з аналоговим вимірювачем)

Пристрій перед операційного тестування має в своєму складі резервуар з фізіологічним сольовим розчином 1, 3-входовий розгалужувач 2, аналоговий манометр 3, канюлю з таким же розчином і AGV клапаном 4, та з'єднувальні трубки. Шляхом підняття або опускання резервуара з фізіологічним сольовим розчином, за рахунок земного тяжіння добиваються проходження розчину через AGV клапан та фіксують значення тиску його спрацювання.

До недоліків цього пристрою слід відмітити значну неточність і суб'єктивність визначення показників тиску та оцінку функціональної можливості клапана до імплантації.

Другий варіант [3], наведений на рис.2 містить в собі послідовно з'єднані резервуар з фізіологічним сольовим розчином у вигляді інфузійного на-

сосо та цифровий вимірювач тиску. До недоліків цього пристрою слід віднести відсутність автоматизації та чіткого фіксування моменту спрацювання клапана, що також знижує точність перевірки.

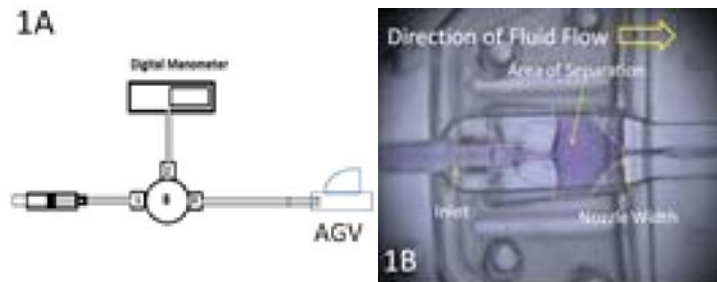


Рисунок 2. Пристрій з цифровим вимірювачем тиску

Авторами даного дослідження запропонована автоматизована система перевірки імплантатів із зворотними зв'язками, функціональна схема якої наведена на рис.3. Система в автоматичному режимі дозволяє точно визначати параметри виведення рідини імплантатом, зупиняє процес перевірки і забезпечує зберігання параметрів тестування на табло та в пам'яті комп'ютера.

Позначення основних блоків автоматизованої системи на рис. 3:

ПК – комп'ютер, МК – мікроконтролер, Д+П – кроковий двигун з черв'ячною передачею, ОР – об'єкт регулювання а саме резервуар в системі, ДТ – датчик тиску, ДР – датчик рідини, АЦП – аналогово цифровий перетворювач.

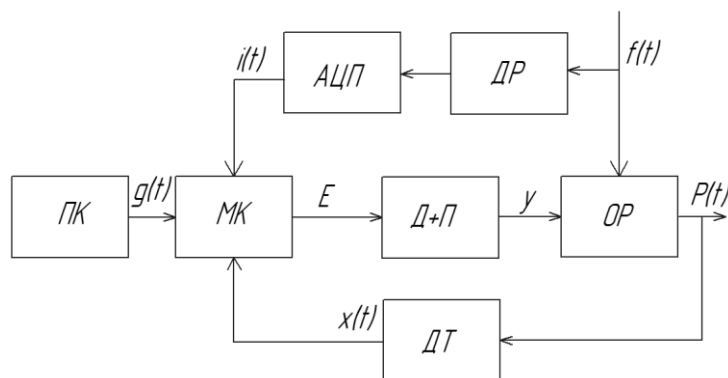


Рисунок 3. Функціональна схема автоматизованої системи передопераційної перевірки імплантів

Функціональні позначення на рис. 3: $P(t)$ – тиск в системі; $g(t)$ – сигнали керування; E – імпульси керування кроковим двигуном; $f(t)$ – вплив імплантата на тиск в системі; $x(t)$ – вимірний тиск; $i(t)$ – сигнал стану імплантата; y – оберти червячної передачі

Пристрій тестування імплантатів для регулювання внутрішньо очного тиску працює наступним чином.

Спочатку до резервуару з фізіологічним розчином під'єднують імплантат. На комп'ютері оператором встановлюється режим перевірки і на мікроконтролер МК подається сигнал керування $g(t)$. Мікроконтролер формує тестову послідовність імпульсів керування E , що приводить до обертання ротора крокового двигуна, зміни положення черв'ячної передачі y та покроко-

вого підвищення тиску $P(t)$ в резервуарі з фізіологічним розчином. За використання резервуара об'ємом $V = 5$ мл та крокового двигуна з кількістю кроків $n = 200$ роздільна здатність за зміною рідини складає

$$\Delta V_{\min} = V / n = 0,025 \text{ мл/крок}$$

Тиск в системі з'єднань $P(t)$ покровоно зростає та безперервно контролюється мікроелектромеханічним вимірювачем тиску ДТ, а його рівень постійно зчитується мікроконтролером МК та записується в пам'ять комп'ютера у вигляді графіка тиску.

Межі зміни тиску в системі підіймаються від нульового до значення спрацювання імплантату, що перевіряється. На виході імплантату з'являється рідина, що формує сигнал впливу імплантата на тиск в системі $f(t)$, який попадає на детектор рідини ДР. Сигнал детектора через АЦП перетворюється в цифрову форму та подається на мікроконтролер МК, який зупиняє процес обертання ротора крокового двигуна. Інформація про закінчення процесу перевірки та виміряне значення рівня тиску спрацювання імплантата з мікроконтролера й електромеханічного вимірювача тиску передається та фіксується в пам'яті комп'ютера.

Перелік посилань

1. Glaucoma Surgery: Treatment and Techniques / Luigi Caretti, Lucio Buratto та ін., США: Springer International Publishing, 2018. – 133 p.
2. Jason Cheng, Laura Beltran-Agullo and others. Flow Test to Predict Early Hypotony and Hypertensive Phase After Ahmed Glaucoma Valve (AGV) Surgical Implantation// Columbia University Medical Center, New York City J. Glaucoma Том 25, №6, 2016, pp. 493-496
3. Choudhari NS, Badakere SV, Richhariya A, Harsha SNS, Senthil S, Garudadri CS. Is Ahmed glaucoma valve consistent in performance Trans Vis Sci Tech. 2018; pp 1-8, 7 (3):19

Анотація

Розглянуто проблеми передопераційної перевірки імплантантів для регулювання очного тиску. З урахуванням виявлених недоліків запропонована автоматизована система, яка забезпечує підвищення точності визначення параметрів імплантантів та скорочення часу їх тестування.

Ключові слова: імплантат, очний тиск, клапан, автоматизована система

Аннотация

Рассмотрены проблемы предоперационной проверки имплантантов для регулирования глазного давления. С учетом выявленных недостатков предложена автоматизированная система, которая обеспечивает повышение точности определения параметров имплантантов и сокращения времени их тестирования.

Ключевые слова: имплантат, глазное давление, клапан, автоматизированная система

Abstract

The problems of preoperative check of implants for regulation of eye pressure are considered. Taking into account the identified shortcomings, an automated system is proposed, which improves the accuracy of the implant parameters and reduces their testing time.

Keywords: implant, eye pressure, valve, automated system