

В І Д Г У К

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Ткачука Богдана Володимировича

«Визначення рівня гідратації пацієнтів, які отримують лікування методом програмного гемодіалізу»,

яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи

1. Актуальність теми дисертації

Відомо, що програмний гемодіаліз наразі є основною процедурою для лікування хронічної ниркової недостатності. Незважаючи на відчутний розвиток сучасного обладнання для замісної ниркової терапії (апарати «штучна нирка») у лікуванні гемодіалізом існує ряд проблемних питань, одними із яких є постійний моніторинг водного статусу пацієнта та визначення моменту часу припинення видалення ультрафільтрату із організму.

На жаль, існуюче обладнання не забезпечує в повному обсязі вирішення завдання автоматизації процедури ультрафільтрації при проведенні програмного гемодіалізу, при цьому контрольна функція покладається на досвід лікаря та його пильну увагу. Це не завжди є запорукою безпечності та ефективності процедури, оскільки існує небезпека при ультрафільтрації або видалити більше рідини, ніж потрібно (що може викликати у пацієнта зниження артеріального тиску та втрату свідомості), або видалити її не повністю (що призведе до підвищення артеріального тиску, мігрень та судинних розладів). Таким чином, важливим є створення технічних рішень, які б надавали медичному персоналу об'єктивні дані про зміну об'ємів рідини в організмі в реальному часі, а також вчасно зупиняти процедуру ультрафільтрації при набутті пацієнтом оптимального стану гідратації.

Тому підвищення достовірності неінвазивного визначення моменту досягнення «сухої ваги» пацієнтів під час проведення процедури програмного гемодіалізу шляхом подальшого розвитку методів та технічних засобів, що забезпечують визначення рівня гідратації пацієнтів, є важливою науково-прикладною задачею, яка потребує наукового теоретичного та експериментального обґрунтування. Саме ці питання вирішуються в даній роботі, тому її актуальність не викликає сумнівів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, темами та планами

Дослідження виконувались в межах держбюджетних НДР “Розробка методів високочастотної гіпертермії з використанням поля полоскової антени і неінвазивної ультразвукової термометрії” (д/р №0111U002286) та “Дослідження слабких енергетичних перетворювань у кліткових структурах на основі явища п'єзобіосинтезу” (д/р №0115U000542), а також Договору від 24.06.2015р. про

творчу співпрацю між НТУ «ХПІ» та Харківським обласним клінічним центром урології і нефрології ім. В.І. Шаповала відповідно до наукових напрямків діяльності кафедри промислової і біомедичної електроніки НТУ «ХПІ» та пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки України „Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань”.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації та їх достовірність

Наукові положення, висновки і результати дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані завдяки коректному формулюванню задач дослідження, узгодженості теоретичних і практичних результатів, відтворюваності одержаних результатів та застосуванню апробованого математичного апарату і сучасних методів моделювання.

Спрощення та припущення, зроблені в дисертації, обґрунтовані й узгоджуються з біофізичною суттю досліджуваних процесів.

Достовірність положень підтверджена послідовністю висновків, комплексністю проведених досліджень та працездатністю створеної на основі готових і розроблених технічних рішень системи, впровадженням здобутків дисертації в клінічну практику. Викладене дозволяє вважати всі основні положення дисертації обґрунтованими, а отримані результати достовірними.

4. Наукова новизна отриманих результатів

В дисертаційній роботі отримано наступні нові наукові результати:

- Отримано математичну модель процесу переміщення рідини з інтерстиціального та судинного секторів назовні організму пацієнта під час ультрафільтрації, що дало змогу провести моделювання перебігу процедури видалення надлишкової рідини та раціонально обирати її тривалість і швидкість, забезпечивши при цьому ефективність і безпечність.

- Удосконалено модель Фріке-Морзе за рахунок поділу рідинних секторів і врахування змінних еквівалентних об'ємів плазми та інтерстиціального сектору разом із показником гематокриту крові, що дозволило обґрунтувати застосування методу двохчастотної біоімпедансометрії для визначення стану гідратації пацієнтів при ультрафільтрації.

- Подальшого розвитку отримав метод двохчастотної біоімпедансометрії для визначення рівня гідратації пацієнтів під час програмного гемодіалізу шляхом безперервного моніторингу динаміки зміни складових об'єму ультрафільтрату, що дозволило із врахуванням показника гематокриту підвищити достовірність неінвазивного об'єктивного визначення моменту зупинки процедури ультрафільтрації при досягненні пацієнтом «сухої ваги».

5. Повнота викладу результатів в опублікованих працях, апробація роботи

Основний зміст дисертаційної роботи викладено в 11 наукових працях, із них 5 статей опубліковано у провідних фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus, РИНЦ, Ulrich's Periodicals Directory, OCLC WorldCat), 1 статтю – у фаховому періодичному іноземному виданні, що індексується в Scopus та 5 праць - у матеріалах конференцій (із них 1 публікацію включено до IEEE Xplore Digital Library, що також індексується в Scopus).

Аналіз публікацій показує, що вони присвячені різним питанням дисертації і досить повно відображають її зміст. Основні положення та результати роботи апробовані на 5 міжнародних і національних науково-технічних конференціях.

6. Оцінка змісту дисертації

Зміст дисертаційної роботи викладений чітко і послідовно, подання змісту узгоджується з основними етапами проведених досліджень.

У вступі викладено актуальність роботи, сформульовані мета і задачі дослідження, наголошено на науковій новизні і впровадженні отриманих результатів роботи, виділено особистий внесок дисертанта, вказані кількість публікацій та місця апробації результатів роботи.

В першому розділі на основі відомих літературних джерел дисертант зупиняється на аналізі сучасних уявлень про склад, об'єми та переміщення рідин в організмі людини. Зазначено, що розподіл всієї рідини здійснюється між клітинним, судинним, інтерстиціальним та трансцелюлярним секторами, а при наявності ниркової недостатності надлишок рідини накопичується та розподіляється між судинним та інтерстиціальним сегментами. Розглянуто сутність процедури ультрафільтрації, направленої на виведення із організму надлишкової рідини та показано необхідність визначення моменту її зупинки при досягненні пацієнтом «сухої ваги». Наведено результати огляду методів та систем для визначення об'ємів рідини в організмі людини в цілому та по окремим секторам. Обґрунтовано вибір для вирішення цього завдання методу двохчастотної біоімпедансометрії, вказано його переваги та проаналізовано можливість застосування для організму людини під час процедури програмного гемодіалізу базової моделі Фріке-Морзе. Розглянуто також поняття гематокриту та наведено рівняння для його визначення. Сформульовано основні напрямки подальших досліджень та акцентовано увагу на розробленні і подальшому розвитку моделей переміщення рідини між вказаними вище сегментами.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячений розробленню та удосконаленню моделей для опису процесів переміщення рідини під час процедури програмного гемодіалізу з використанням гідравлічної та електричної еквівалентних схем.

Отримано математичну модель переміщення рідини з інтерстиціального та судинного секторів назовні організму пацієнта під час ультрафільтрації, що дозволяє в залежності від швидкостей потоку рідини із вказаних вище секторів моделювати процес видалення надлишкової рідини. Удосконалено модель Фріке-Морзе з метою контролю переміщення рідини під час програмного гемодіалізу із врахуванням показника гематокриту.

Наведено результати комп'ютерного моделювання залежності отриманого методом двохчастотної біоімпедансометрії опору рідини від видаленого об'єму ультрафільтрату із судинного та інтерстиціального секторів, які покладено в основу подальшого розвитку зазначеного методу для визначення гідратації пацієнта при проведенні терапевтичної процедури програмного гемодіалізу.

У третьому розділі детально розглянуто сутність запропонованих дисертантом удосконалень методу визначення «сухої ваги» пацієнта під час вище вказаної терапевтичної процедури, які полягають у вимірюванні показників біоімпедансу, розрахунку значень гематокриту крові та одночасному спостереженні за динамікою зміни об'ємів ультрафільтрату плазми та інтерстиціального сектору. Рішення про закінчення процедури ультрафільтрації приймається на основі контролю змінних складових цих об'ємів під час програмного гемодіалізу, що містить 3-х етапи проведення. Запропоновано структуру системи для реалізації цього методу, основу якого складає біоімпедансметр та розглянуто принцип її дії. Визначено основні вимоги для вибору біоімпедансметра системи та розроблено алгоритм її роботи.

Четвертий розділ містить результати комп'ютерного моделювання та клінічних досліджень використання удосконаленого методу двохчастотної біоімпедансометрії для визначення рівня гідратації пацієнта з метою перевірки його та адекватності розроблених моделей.

Результати клінічних досліджень, що проводилися у відділенні гемодіалізу Харківського обласного клінічного центру урології і нефрології ім. В.І.Шаповала, показали, що реалізація удосконаленого методу на основі запропонованого алгоритму дозволяє підвищити достовірність визначення моменту досягнення «сухої ваги» пацієнтом при проведенні процедури програмного гемодіалізу від 11% до 16%.

У висновках наведено основні результати роботи та вказано місця їх впровадження.

У додатках до роботи наведено результати експериментального дослідження біоімпедансу пацієнтів при проведенні процедури програмного гемодіалізу та комп'ютерного моделювання можливих варіантів протікання процедури ультрафільтрації, узагальнений алгоритм роботи системи, а також подано акти та довідка впровадження результатів дисертаційних досліджень.

7. Практичне значення отриманих результатів та рекомендації щодо їх використання

Теоретичні положення у вигляді запропонованих дисертантом удосконаленого методу двохчастотної біоімпедансометрії, розробленої математичної моделі процесу переміщення рідини в організмі пацієнта під час ультрафільтрації та удосконаленої моделі Фріке-Морзе, а також розроблені технічні рішення у вигляді структури системи та алгоритмічних рішень можуть бути використані як засади для удосконалення систем програмного гемодіалізу, підвищення їх ефективності та автоматизації процедури ультрафільтрації.

Практичну цінність запропонованих рішень підтверджує впровадження результатів дисертаційної роботи в лікувальний процес у відділенні гемодіалізу Харківського обласного клінічного центру урології і нефрології ім. В.І.Шаповала, що підтверджено відповідним актом впровадження.

Основні результати роботи знайшли також своє застосування в навчальному процесі НТУ «ХПІ» при підготовці фахівців біомедичного профілю, що підтверджено відповідною довідкою, а також в науково-дослідній роботі при створенні нового варіанту біоімпедансметра на кафедрі ТОР НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», що підтверджено відповідним актом.

8. Зауваження по дисертації

1. На мою думку, сформульований дисертантом предмет дослідження як «метод визначення стану гідратації пацієнта при ультрафільтрації» значно в більшій мірі відображає сутність роботи та здобутки дисертанта, чим наявний в назві роботи процес «визначення...».

2. Вважаю, що п. 2 наукової новизни та п. 4 висновків по роботі щодо подальшого розвитку моделі Фріке-Морзе за рахунок поділу рідинних секторів не відображають в повній мірі запропоновані дисертантом її удосконалення, оскільки вказане нововведення притаманне як базовій, так і відомим двохчастотним моделям. Тому зазначені вище пункти доцільно було б доповнити, наприклад, наступним: «а також шляхом врахування змінних еквівалентних об'ємів плазми та інтерстиціального сектору разом із показником гематокриту крові».

3. В розділі «Практичне значення одержаних результатів» автореферату та дисертації, на жаль, не вказано, в чому саме воно полягає, а наведено лише елементи впровадження нових результатів з посиланням на акти та довідку, що не дозволяє в повній мірі сформулювати уявлення про отримані дисертантом в роботі нові прикладні результати. Також в розділі «Актуальність теми» автореферату та дисертації бажано було б навести перелік відомих вітчизняних та закордонних фахівців з тематики дослідження, вказавши їх внесок у розвиток існуючих методів і технічних засобів реалізації процедури програмного гемодіалізу.

4. В чому полягає суть критерію зупинки процедури програмного гемодіалізу при досягненні пацієнтом «сухої ваги», про доцільність створення якого йдеться в підрозд. 1.4 дисертації та п. 1 висновків по роботі? Адже потім дисертант про нього ніде в дисертаційній роботі не згадує.

5. Окремі пункти висновків по розділам (наприклад, п.п. 1, 4 розд. 2, п.п. 4, 5 розд. 3, п. 1 розд. 4) не містять отриманих наукових результатів, а констатують лише перелік виконаних дисертантом дій, направлених на їх отримання, що не є одне і те ж.

6. Наведені в анотаціях автореферату назви дисертації укр., рос. та англ. мовами (наприклад, укр.: «Визначення «сухої ваги пацієнтів, які...»») не відповідають назві дисертаційної роботи, вказаній на її титульній сторінці («Визначення рівня гідратації пацієнтів, які...»).

7. В тексті дисертації зустрічаються окремі граматичні, стилістичні та орфографічні помилки, має місце застосування некоректних термінів та словосполучень («недостаток существующего оборудования», с. 33, табл. 1.5 дисертації замість «нехватка существующего оборудования», «разработка метода диагностики уровня гидратации», с. 3 дисертації замість «разработка метода определения уровня гидратации», «ученой степени», с. 19 автореферату замість «научной степени», «віддаленого ультрафільтрату», с. 17 автореферату замість «видаленого ультрафільтрату», «мониторировать», с. 35 дисертації замість «мониторить», «Таблица 2 – Технические условия для выбора прибора...», с. 12 автореферату замість «Таблица 2 – Технические требования для выбора прибора...», «измерив уровень гематокрита», с. 67 дисертації, «уровень не измеряют, а определяют, измеряют величину гематокрита», «мобильный ПК (прототип системы визначення «сухої ваги»», с. 13 автореферату), відсутні найменування та одиниці величин (рис. 4.8, рис. А.2 дисертації), а також підписункові написи з переліком застосованих на рисунках скорочень (рис. 1.3, 2.1, 3.2 дисертації, рис. 5, 7 автореферату) тощо.

Однак, незважаючи на зроблені зауваження, слід відзначити, що вони не зменшують наукової цінності роботи та отриманих практичних результатів.

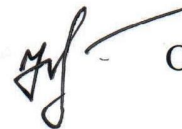
9. Загальна оцінка дисертаційної роботи

Представлена до захисту дисертація Ткачука Богдана Володимировича «Визначення рівня гідратації пацієнтів, які отримують лікування методом програмного гемодіалізу» є завершеною науково-дослідною працею, яка виконана на належному науковому рівні. В роботі отримано нові науково-обґрунтовані результати, що вирішують актуальну і важливу науково-прикладну задачу підвищення достовірності неінвазивного визначення моменту досягнення «сухої ваги» пацієнтів під час проведення процедури програмного гемодіалізу шляхом подальшого розвитку методу двохчастотної біоімпедансометрії для визначення рівня гідратації пацієнтів, розроблення моделей переміщення та розділення рідинних секторів в організмах пацієнтів при ультрафільтрації, а також алгоритмічних рішень їх реалізації.

Дисертаційна робота і автореферат написані відповідно сучасним вимогам до науково-технічних текстів, матеріал викладено логічно послідовно, текст автореферату і висновки відображають зміст та результати досліджень, наведені в дисертації. Основні результати роботи відображені в опублікованих наукових працях дисертанта.

За актуальністю, науковою новизною, практичною значимістю, важливістю отриманих результатів для науки і практики, обсягом і рівнем публікацій дисертація цілком відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова КМ України від 24 липня 2013р. № 567), а її автор – Ткачук Богдан Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи.

Завідувач кафедри конструювання
електронно-обчислювальної апаратури
Національного технічного університету
України „Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», д.т.н., проф.



О.М. Лисенко

Підпис д.т.н., проф. Лисенка О.М. «засвідчую»

Учений секретар Національного технічного
університету України „Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського”, к.ф.н., доц.



А.А. Мельниченко

30 травня 2017р.