

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ТКАНИННОЇ МІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Оцінювання стану мікроциркуляції є однією з важливих проблем сучасної медичної діагностики, зокрема, при порушенні кровонаповнення при політравмах різного ступеня важкості. Значна кількість захворювань нерозривно пов'язана з тими чи іншими порушеннями тканинної мікроциркуляції, а саме атеросклероз, артеріальна гіпертензія, венозна недостатність, політравми, Covid 19 та ін.

Ключові слова: периферична мікроциркуляція, політравми, фотоплетизмографічний метод, оптико-електронна система.

Abstract

Assessment of the microcirculation state is one of the important problems of modern medical diagnostics, in particular, in case of blood filling disorders in polytrauma of varying severity. A significant number of diseases are inextricably linked to certain disorders of tissue microcirculation, namely atherosclerosis, arterial hypertension, venous insufficiency, polytrauma, Covid 19, etc.

Keywords: peripheral microcirculation, polytrauma, photoplethysmographic method, optoelectronic system.

Вступ

Оцінювання стану тканинної мікроциркуляції є однією з важливих проблем сучасної медичної діагностики. Велика кількість захворювань пов'язана з тими чи іншими порушеннями тканинної мікроциркуляції, наприклад, атеросклероз, артеріальна гіпертензія, ендотоксемія та сепсис, діабетична нефропатія, венозна недостатність, цукровий діабет, Covid 19 та багато ін. Наразі значна кількість провідних фірм займається розробкою та виробництвом діагностичної медичної апаратури, найбільш відомі з них: Philips, MEDIC (Medizinische Messtechnik GmbH), Nonin (РФ), Cas Medical System (США), Radiometer (Данія), Micromed (Україна), Criticare (США), Ютас (Україна) та інші.

Методи

При дослідженнях стану тканинної мікроциркуляції широко застосовують різні методи, засновані на неінвазивній медичній спектродіагностиці (НС), фотоплетизмографії, пульсоксиметрії, оптичній тканинній оксиметрії, лазерній доплерівській флоуметрії (ЛДФ), лазерній флуоресцентній діагностиці. Найбільшого поширення набули лазерна доплерівська флоуметрія (ЛДФ) і оптична тканинна оксиметрія (ОТО). З фізичної точки зору, оптичним методам діагностики та лікування притаманні індивідуальність оптичного сигналу до електромагнітних завад та потенційна можливість забезпечення багатоканальності, з іншого боку вони дозволяють досить точно визначати кількісні і якісні показники біологічних об'єктів. Метод ЛДФ дозволяє визначати середню перфузію тканин кров'ю (показник мікроциркуляції (ПМ)) на рівні мікроциркуляторного русла біоткани, а також частотні ритми процесів мікрогемодинаміки. Оптимальним є створення і подальше використання в клінічній практиці чотирьох каскадної (оптичний тканинний оксиметр, доплерівський флуорометр, оптоволоконний пірометричний термометр, аналізатор контрасту спекл зображення біологічної поверхні) мультиспектральної лазерної волоконно-оптичної системи, що дозволить в найбільш короткий проміжок часу проводити моніторинг максимально широкого переліку показників функціонування мікроциркуляторного русла.

Результати дослідження

Розробка лазерно-фотонного лікувально-діагностичного комплексу медичної реабілітації пацієнтів з політравмами різного ступеня важкості, модифікованої ефективними програмно-апаратними засобами з використанням сучасних експертних баз знань має на меті задовольнити запит

на сучасне діагностичне обладнання, яке відповідає світовому рівню.

В практичному плані цінність роботи полягає в тому, що будуть запропоновані нові технічні рішення реалізації оптико-електронної системи обробки біомедичної інформації для аналізу гемодинамічних мікроциркуляторних показників, структури автоматизованої системи з підвищеним рівнем діагностики і алгоритм її функціонування.

Це має особливу цінність і мотивацію для подальшого розвитку медичних інформаційних систем і технологій, оскільки запропоновані методи, моделі і технології, сприяють створенню нового класу медичних інформаційних технологій для дослідження периферичного кровообігу та мікроциркуляторного русла.

Висновки

Результати досліджень суттєво розширяють функціональні можливості систем і технологій, що дозволить додатково: дослідити статистичні методи аналізу й обробки інформативних ознак при оцінці гемодинамічних показників периферичного кровотоку, що дозволить підвищити інформативність при обробці фотоплетизмографічних сигналів; удосконалити архітектуру оптико-електронної системи для аналізу мікроциркуляції з підвищеною точністю, вірогідністю і функціональними можливостями системи при експрес-діагностуванні серцево-судинної системи, зокрема визначення порушення тканинної мікроциркуляції при політравмах у військовослужбовців.

Підготовлено та видано за грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках проекту 2022.01/0135 “Розробка лазерно-фотонного лікувально-діагностичного комплексу медичної реабілітації пацієнтів з політравмами різного ступеня важкості”

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kryvonosov Valerij, Avrunin Oleg, Sander Sergey, Pavlov Volodymyr, etc. Impedance method of detection of blood circulation disorders for determination degree of limb ischemia *Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Srodowiska*, 2023, 14(4), – 7 pages
2. Liudmyla Shkilniak, Nataliia Zabolotna, Volodymyr Pavlov, Zhanna Khomenko, Yang Longyin, etc. "Photonic methods for normalizing the level of tissue microcirculation in the maxillo-facial region", *Proc. SPIE 12985, Optical Fibers and Their Applications 2023*, 129850M (20 December 2023); <https://doi.org/10.1117/12.3022729>
3. В. С. Войцехович, О. М. Кравченко, М. В. Васнецов, Н. М. Качалова, В. С. Павлов, О. Д. Мамута, В. В. Хоменко. «Використання лазеротерапії при герпесвірусних ураженнях периферичної нервової системи», *Опт-ел. інф-енерг. техн.*, вип. 46, вип. 2, с. 84–92, Груд 2023.
4. Г.І. Криничних, С.М., Шувалов, В.С. Павлов, О.В. Кулицька., інш. Денситометричний метод оцінювання щільності кісткової тканини фронтального відділу верхньої щелепи з прогностичною метою, *Стоматологічний альманах*. 2023. № 3, С. 44-48.
5. Sander S.V., Kozlovska T.I., Vassilenko V.B., Pavlov V.S., Klapouschak A.Y., Kisała P., Romaniuk R.S., *Laser photoplethysmography in integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities*, *Proceedings of SPIE*, 9816, 2015, 98161K.
6. Wójcik, W., Smolarz, A., *Information Technology in Medical Diagnostics*, London, Taylor & Francis Group CRC Press Reference, 2017, p. 210.

Павлов Володимир Сергійович - аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: volodymyrpavloff@gmail.com.

PROSPECTS FOR THE USE OF OPTOELECTRONIC TECHNOLOGIES TO ASSESS THE STATE OF TISSUE MICROCIRCULATION

Volodymyr Pavlov - graduate student of BMEOES Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: volodymyrpavloff@gmail.com.