

С. В. Павлов<sup>1</sup>  
С. В. Сандер<sup>2</sup>  
Т. І. Козловська<sup>1</sup>

## ЛАЗЕРНА ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФІЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ПЕРИФЕРИЧНОГО КРОВООБІГУ НИЖНІХ КІНЦІВОК

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup> Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

### **Анотація**

*В роботі проведена оцінка діагностичної цінності методу лазерної фотоплетизмографії при обстеженні хворих на хронічну ішемію нижніх кінцівок.*

**Ключові слова:** *діагностична цінність; фотоплетизмографія; ішемію нижніх кінцівок.*

### **Abstract**

*In this work performs an estimation of the diagnostic value of the method of laser photoplethysmography in the examination of patients with chronic lower limb ischemia.*

**Key words:** *diagnostic value; photoplethysmography; lower limb ischemia.*

### **Мета роботи**

Метою роботи є оцінка діагностичної цінності методу лазерної фотоплетизмографії (ЛФПГ) в обстеженні хворих на хронічну ішемію нижніх кінцівок.

### **Матеріали та методи**

Було обстежено 82 особи. Ішемію II ступеня було діагностовано у 18 хворих, IIIA – у 8, IIIB – у 12, IV – у 15. Контрольну групу становили 29 осіб без ознак облітеруючих захворювань артерій нижніх кінцівок. Вік обстежених становив 18 – 82 років. Проводили фізикальне обстеження та ЛФПГ. Рівень регіонарного систолічного тиску (СТ) визначали по тиску в манжеті сфігмоманометра при якому з'являлась постоклюзійна реактивна гіперемія. За допомогою пульсоксиметра досліджували сатурацію крові на стопі та кисті і розраховували співвідношення стопа/кисть. Остання дозволяла оцінити мікроциркуляцію (місцевий кровообіг) у ділянці дослідження. ФПГ проводили за допомогою розробленого оптико-електронного приладу діагностування стану периферичного кровообігу. Визначали характер плин крові на основі отриманої фотоплетизмограми (пульсуючий високоамплітудний, пульсуючий низькоамплітудний, неппульсуючий).

### **Обговорення результатів**

Серед 29 осіб без ознак облітеруючих захворювань артерій нижніх кінцівок високоамплітудний пульсуючий плин крові був зареєстрований у 28, низькоамплітудний пульсуючий – лише в одному випадку. При наявності ішемії високоамплітудний пульсуючий плин крові був зареєстрований у 12 пацієнтів (при критичній ішемії – у жодного), низькоамплітудний – у 13 (при критичній ішемії – у 7), неппульсуючий – 27 (при критичній ішемії – у 27).

В результаті проведених експериментальних та клінічних досліджень було проведено 7 ампутацій, 1 нижню кінцівку збережено, а іншим пацієнтам було призначено індивідуальне лікування та нагляд лікаря.

## Висновки

Отже, за допомогою розробленого оптико-електронного приладу можливо визначити пульсативність плинину крові в різних ділянках стопи і гомілки, ступінь компенсації і перспективи збереження кінцівки та рівень ампутації. Інформативність його (зокрема показника високоамплітудного пульсуючого плинину крові при критичній ішемії) перевищує 90%. ФПГ – високоінформативний метод, що дозволяє оцінити пульсативність кровоплину у конкретній ділянці. Найбільш інформативний параметр – високоамплітудний пульсуючий плин крові.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz// Information Technology in Medical Diagnostics . London, July 11, 2017 by Taylor & Francis Group CRC Press Reference - 210 Pages.
- [2] Vassilenko, S Valtchev, JP Teixeira, S Pavlov. Energy harvesting: an interesting topic for education programs in engineering specialties / «Internet, Education, Science» (IES-2016) – 2016. – P. 149-156.
- [3] Zenon Gotra, Roman Golyaka, Sergii Pavlov, Sergii Kulenko. High resolution differential thermometer. Technology and Design in Electronic Apparatuses. – 2009, № 6. - P. 19-23.
- [4] Physical principles of biomedical optics: monograph / [S.V. Pavlov, V.P. Kozhemiako, P.F. Kolesnik et al.]. - Vinnytsya: VNTU, 2010. - 152 p.
- [5] Photoplethysmographic technologies of the cardiovascular control / [Pavlov S.V., Kozhemiako V.P., Petruk V.G., Kolesnik P.F.]. - Vinnitsa: Universum-Vinnitsa, 2007. - 254 p.
- [6] Усовершенствование и развитие вычислительного алгоритма для диагностики нарушений кровообращения головного мозга / С. М. Злепко, А. Ю. Азархов, Д. Х. Штофель // Кибернетика и вычислительная техника. – 2011. – Вып. 166. – С. 68–73.
- [7] A simulation model of distribution of optical radiation in biological tissues / S.V. Pavlov, S.E. Tuzhanskyu, T.I. Kozlovskaya, A.V. Kozak // Visnyk VNTU. - 2011. - №3. - P. 191-195.
- [8] Calibration of the metrological characteristics of photoplethysmographic multispectral device for diagnosis the peripheral blood circulation / Sergii V. Pavlov, Tatiana I. Kozlovskaya and etc. // Przegląd Elektrotechniczny. - 2017. - R. 93 NR 5. – P. 79–82.
- [9] Analysis of microcirculatory disorders in inflammatory processes in the maxillofacial region on based of optoelectronic methods / Pavlov, S.V., Barylo, A.S., Kozlovskaya, T.I. and etc. // Przegląd Elektrotechniczny. - 2017. - R. 93 NR 5. – P. 114 -117.
- [10] Valentina K. Serkova, Sergey V. Pavlov and etc. "Medical expert system for assessment of coronary heart disease destabilization based on the analysis of the level of soluble vascular adhesion molecules", Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017, 104453O (7 August 2017).
- [11] S. V. Pavlov; S. V. Sander; T. I. Kozlovskaya; A. S. Kaminsky; W. Wojcik, et al. Laser photoplethysmography in integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities, *Proc. SPIE* 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 869808 (January 11, 2013).
- [12] Tetyana I. Kozlovskaya, Peter F. Kolisnik, Sergey M. Zlepko, and etc. "Physical-mathematical model of optical radiation interaction with biological tissues", Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017, 104453G (7 August 2017)
- [13] Volodymyr S. Pavlov, Yurii O. Bezsmernyi, Sergey M. Zlepko, Halyna V. Bezsmertna, "The photonic device for integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities in patients with local hypertensive-ischemic pain syndrome ", Proc. SPIE 10404, Infrared Sensors, Devices, and Applications VII, 1040409 (30 August 2017);
- [14] Sergii M Zlepko, Sergii V Sander, Tatiana I Kozlovskaya, Volodymyr Pavlov. Analysis of the vascular tone and character of the local blood flow to assess the viability of the body using the photoplethysmographic device // Przegląd Elektrotechniczny. - 2017. - R. 93 NR 5. – P. 92-95.
- [15] Tetyana I. Kozlovskaya, Sergii V. Sander, Sergii M. Zlepko and etc. "Device to determine the level of peripheral blood circulation and saturation", Proc. SPIE 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2016, 100312Z (28 September 2016)
- [16] Процедура отримання діагностичної інформації для медичних інформаційних систем / О. Ю. Азархов, Д. Х. Штофель, А. П. Моторний // Український журнал телемедицини і медичної телематики. – 2011. – Т. 9, № 2. – С. 161–165.

- [17] Sergii V. Sander, Tatiana I. Kozlovska and etc. "Laser photoplethysmography in integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities", Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161K (17 December 2015)
- [18] Sergiy Kostishyn; Sergiy Tymchyk; Roman Vyrozyb; Alexandra Zlepko; Volodymyr Pavlov. Design features of automated diagnostic systems for family medicine. Proc. of 13th International Conf. on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), 2016, (14 April 2016), 10.1109/TCSET.2016.7452180.