



Materials
50-th International Scientific
and Practical Conference

APPLICATION OF LASERS IN MEDICINE AND BIOLOGY

22–25 May 2019
Kharkiv, Ukraine

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY

**Materials
50th Anniversary International
Scientific and Practical Conference**

Application of Lasers in Medicine and Biology

22–25 May 2019

Kharkiv

Kharkiv
2019

ОЦІНЮВАННЯ КОЛАТЕРАЛЬНОГО КРОВООБІГУ НИЖНІХ КІНЦІВОК МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЇ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФІЇ

Сандер С.В., Злепко С.М., Козловська Т.І., Павлов В.С.

Вінницький національний технічний університет
Вінницький національний медичний університет імені М.Пирогова

Вступ. Для дослідження мікрогемодинаміки застосовують транскутанну оксиметрію, лазерну доплерівську флоуметрію, капіляроскопію, сцинтиграфію, оцінку інфрачервоного випромінювання [1, 2, 3]. Ці методи відбивають стан компенсаторних механізмів кровообігу кінцівки, що опосередковано дає інформацію про розвиток колатерального кровообігу. Але їх результати не дозволяють відрізнити зміни на ґрунті мікро- і макроангіопатії. Отже, оцінка резервів колатерального кровообігу розроблена недостатньо.

Мета роботи – оцінка діагностичної цінності лазерної фотоплетизмографії (ЛФПГ) в обстеженні хворих на хронічну ішемію нижніх кінцівок.

Матеріали та методи. Було обстежено 82 осіб. Ішемію II ступеня було діагностовано у 18 хворих, IIIА – у 8, IIIБ – 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 і ЛФПГ. Остання дозволяла оцінити мікроциркуляцію (місцевий кровообіг) у ділянці дослідження. Її проводили за допомогою апарату „Wosteo”. Визначали характер плинку крові (пульсуючий високоамплітудний, пульсуючий низькоамплітудний, неппульсуючий) [4,5].

Обговорення результатів. Фізикальні дані в цілому адекватно відбивали стан регіонарної гемодинаміки. Але при діабетичній нейропатії нерідко спостерігали гіпо- або гіперестезію. У цих хворих зустрічали ділянки змертвіння при збереженні пульсу на стопі. Дистанція ходи могла бути занижена при патології опорно-рухового апарату. Проба з дермографізмом надто суб'єктивна, зокрема залежить від сили тиснення. Результати проби Мантейфеля-Левастина незручно оцінювати при багровій, блідій чи блідо-синюшній шкірі. В останньому випадку варто звертати увагу на тургор тканин і темпи зникнення ямки. Але, тут закладено велику частку суб'єктивізму. При фізикальному обстеженні неможлива деталізована оцінка стану колатерального кровообігу.

Реактивна гіперемія - чутливий тест. Ендотелій, синтезує вазодилататори, ангіопротектори (оксид азоту та ін.) та вазоконстриктори, протромботичні фактори (тромбоксан А та ін.) і відіграє велику роль в регуляції судинних реакцій і гідравлічного опору артерій, вільно-радикального окислення, внутришньосудинного тромбоутворення, активності запальних і аутоімунних реакцій [5]. Ендотеліоцити чутливі до швидкості плинину крові. При реактивній гіперемії швидкість плинину крові значно перевищує початковий рівень. При цьому зростає продукція оксиду азоту [4, 5]. У пацієнтів із збереженим резервом колатерального кровообігу реєстрували позитивні зміни показників функціональних проб. Величина перфузії гіперемії зростає на 150-250%. У хворих з артеріальними оклюзіями на ґрунті ендотеліальної дисфункції збільшується інтервал до появи гіперемії. Тривалість інтервалу прямо пропорційна кількості блоків, тяжкості ішемії. Максимальне значення перфузії і ступінь її збільшення відносно початкового рівня тим менше, чим важча декомпенсація регіонарного кровообігу.

При ішемії II ст виникає спазм артеріол і прекапілярних сфінктерів та збільшення периферичного опору. При ішемії III–IV ст виникає атонія (аж до пареза) судів, зокрема артеріоло-венулярних шунтів, глибокі порушення мікроциркуляції та незворотні зміни тканин [1]. При критичній ішемії у хворих на діабетичну ангіопатію у поєднанні із облітеруючим атеросклерозом початковий рівень плинину крові був високим, але непальсуючим, що відбиває порушення міогенного тонууса і парез капілярних сфінктерів [4].

Значно гірші показники тесту на стопі, ніж у колінній ділянці при критичній ішемії зумовлені добрим розвитком колатеральної мережі в ділянці стегна, кульшового та колінного суглобу. Розвиток колатералей нижче цього рівня набагато гірший. Даний метод дозволяє оцінити достатність колатерального кровообігу на певному рівні, що важливо при визначенні рівня збереження кінцівки. Корисним є ЛФПГ для об'єктивізації результатів. Інформативним тестом є рівень СТ, при якому з'являється реактивна гіперемія. Це відображає об'ємну швидкість плинину крові через колатералі. Отримані результати задовільно корелюють із тяжкістю ішемії і станом колатерального кровообігу. Інформативність тесту з реактивною гіперемією становить понад 80%.

При ЛФПГ 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%.

Висновки. ЛФПГ – високоінформативний метод, що дозволяє оцінити пульсативність кровоплину у конкретній ділянці. Найбільш інформативний параметр – високоамплітудний пульсуючий плин крові.

Список літератури

1. Гуч АА. Факторы развития хронической артериальной недостаточности при сочетанных поражениях брюшной части аорты и периферических артерий // Хірургія України. - 2002. - № 2. - С. 74-75.

2. 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); doi:10.1117/12.2019336.

3. 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.

4. 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)

5. Sergii V. Sander, Tatiana I. Kozlovskaya 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)

6. Pavlov S.V., Kozlovskaya T.I., Vasilenko V.B., Opto-electronic devices for diagnosis of peripheral circulation with high reliability, *NTB, Vinnitsa* (2014)

7. Pavlov S.V., Sander S.V., Kozlovskaya T.I., Kaminsky A.S., Wojcik W., Junisbekov M.Sh., Laser photoplethysmography in integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities, *Proceedings of SPIE*, 8698, (2013), 869808, doi:10.1117/12.2019336

8. 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);

9. 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.

10. 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)

11. 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).

12. O.V. Katelyan, S.D. Himych, P.F. Kolesnic, A.S. Barylo, V.S. Pavlov, T.I. Kozlovska, M. Maciejewski & A. Kalizhanova. Study of the peripheral blood circulation of an abdominal wall using optoelectronic plethysmograph/ Information Technology in Medical Diagnostics II. CRC Press, Balkema book, 2019 Taylor & Francis Group, London, UK, PP. 119-125.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕРАНОСТИКОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ БАКТЕРИОХЛОРОФИЛЛА И НАФТАЛИМИДОВ

Притьмов Д.А., Грин М.А., Миронов А.Ф.

МИРЭА – Российский технологический университет,
Институт тонких химических технологий, Москва, Россия

Производные хлорина нашли широкое применение в медицине и косметологии. Родственное им соединения – бактериохлорины – обладают лучшими терапевтическими свойствами и поглощением в ближней ИК-области спектра, но низкой собственной флюоресценцией, что затрудняет отслеживание их накопления в опухоли. Решением это проблемы могли бы стать нафталимиды, которые благодаря интенсивной флюоресценции в области 600-700 нм находят широкое применение в качестве индикаторов и маркеров.

Соединения, обладающие свойствами, подходящими как для диагностики, так и терапии, называются тераностики. При использовании лазеров с перестраиваемой длиной волны такие комплексы позволяют обнаружить опухоль, а затем провести её удаление.

Нами получен ряд конъюгатов на основе производных бактериохлорофилла *a*, а также нафталимидов, отличающихся заместителями в четвёртом положении цикла, с различными структурными линкерами.

Было показано, что наличие заместителей в нафталимиде существенно влияет на длину волны поглощения и флюоресценцию нафталимида, а введение гетероцикла в структуру бактериохлорина сдвигает поглощение с 752 до 830 нм. При этом в комплексе происходит значительный перенос энергии с нафталимида на бактериохлорин,