

ЛАЗЕРНАЯ ДОПЛЕРОВСКАЯ ФЛОУМЕТРИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

Л.В.Орлов

*Кафедра акушерства и гинекологии №2 (зав. — проф. И.Ф.Фаткуллин)
Казанского государственного медицинского университета*

В последние годы интенсивно используется лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) [11]. Она основана на измерении доплеровской компоненты в спектре отраженного лазерного сигнала, рассеянного на движущихся в тканях частицах [19]. В основе метода ЛДФ лежит использование излучения монохроматического гелий-неонового лазера ($\lambda = 632,8$ нм) малой мощности (2 мW), которое хорошо проникает в поверхностные слои тканей [4]. ЛДФ позволяет одновременно или в динамике в течение неограниченного по длительности периода неинвазивным путем оценивать состояние микроциркуляции крови в поверхностных слоях кожи, слизистых оболочек, а также в поверхностных отделах различных органов во время оперативного вмешательства [4].

Интегральную характеристику капиллярного кровотока оценивают с помощью показателя микроциркуляции [4]. В микроциркуляторном русле, кроме того, выделяют различные типы колебательных процессов со свойственными им частотами и амплитудами: медленные волны (активность гладкомышечных клеток в прекапиллярном звене микрососудов); быстрые волны (связанные с дыхательными экскурсиями грудной клетки); пульсовые волны (вызываемые перепадами систолического и диастолического давления) [3]. Снижение амплитуды медленных колебаний (LF) наблюдается при увеличении притока крови в систему микроциркуляции, при стазе тока крови и депрессии процессов транкапиллярного обмена [4, 6]. Быстрые колебания (HF) становятся выраженными или даже преобладают в структуре частотного спектра при сильном застое крови в венах или ишемизации тканей [18]. Увеличение амплитуды пульсовых колебаний (CF) отмечается при вазодилатации и увеличении притока крови в микроциркуляторное русло, а также при значительном атеросклерозе крупных сосудов [6].

На практике удобнее работать не только с абсолютными значениями амплитуд ритмических составляющих флуксуций, но и с их нормированными величинами, имеющими определенную патофизиологическую интерпретацию [3]. Активный механизм модуляции тканевого кровотока зависит от многократной активности вазомоторов (ALF/M) и сосудистого тонуса (СКО/ALF, где СКО — параметр, характеризующий временную изменчивость микроциркуляции). Пассивный механизм модуляции кровотока включает флуктуации, синхронизированные с кардиоритмом (ACF/СКО) и дыхательным ритмом (АНФ/СКО). Большое значение имеют внутрисосудистое сопротивление (ACF/M) и индекс флуксуций

(ИФМ), который характеризует эффективность регуляции модуляций кровотока в системе микроциркуляции.

Изучение реакций кожного кровотока на проведение функциональных проб (окклюзионной, тепловой, холодовой, постуральной и медикаментозной) позволяет косвенно оценивать регуляцию сосудов микроциркуляторного русла во внутренних органах по соответствующим акупунктурным точкам и зонам Захарьина—Геда [6].

В эксперименте сопоставление данных ЛДФ с результатами других методов оценки системы микроциркуляции показали высокую степень корреляции между ними [1, 19]. Показатели микроциркуляции, определяемые путем ЛДФ, дают представление об общем уровне периферической перфузии, что важно для оценки жизнеспособности органов и тканей. Так, например, при атеросклеротической гангрене нижних конечностей по величине перфузии оценивают границу необратимых ишемических повреждений и выбирают уровень ампутации [17]. Интраоперационное изучение кровотока тонкого и толстого кишечника при неотложных состояниях помогает объективно судить о состоянии капиллярного кровотока и устанавливать "границу" между обратимой и необратимой ишемией для определения уровня резекции и выбора места наложения анастомоза [10], а применение эндоскопических световодов позволяет осуществлять динамический контроль за репаративными процессами анастомозов кишечника [23].

При ожоговых травмах при помощи метода ЛДФ объективизируют характер и глубину повреждения, что дает возможность проводить своевременное хирургическое лечение глубоких дермальных и субдермальных ожогов [20].

В трансплантологии ЛДФ применяют для выявления трансплантатов с органическими поражениями, а также для динамического контроля за состоянием трансплантата во время операции [8]. В послеоперационном периоде ЛДФ способствует прогнозированию краевых некрозов свободных васкуляризованных аутоотрансплантатов и реплантов уже со вторых суток после операции [22].

В травматологии при изучении поверхностного кровотока кожи над зоной перелома кости возможна косвенная оценка течения репаративных процессов, поскольку состояние капиллярного кровотока кожи является хорошим маркером выраженности патологического процесса в подлежащих тканях [5]. Кожные покровы наиболее доступны для изучения путем использования ЛДФ, поэтому с самого начала метод был использован для диагностики дерматозов и оценки

результатов лечения [2]. Обладая высокой чувствительностью, ЛДФ получила распространение как стандартный метод тестирования реакций слизистой и кожи на аллергены, так как она дает возможность применять более низкие концентрации веществ, чем это необходимо при традиционной визуальной оценке [9].

Большой интерес и важное клиническое значение имеет ЛДФ в диагностике онкологических заболеваний кожи, слизистых и внутренних органов, а также для лечения соответствующего контингента больных. ЛДФ позволяет точно определять границы распространения злокачественного процесса по значительному увеличению уровня кровотока, что связано с высокой плотностью микрососудов в опухолевых тканях [21].

Новые модификации световодов дают возможность оценить изменения капиллярного кровотока слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки, толстого кишечника и прямой кишки. При изучении кровотока в неизменной слизистой оболочке желудка был обнаружен ежедневный циркадный ритм изменения кровотока с его максимальными величинами в 2, 10, 18 часов и минимальными в 5.30, 14, 22 часа. При язвенной болезни желудка происходило искажение этого ритма, а при язвенной болезни двенадцатиперстной кишки определялась неоднородность кровотока в слизистой желудка [15]. При колоноскопии ЛДФ позволяет выявлять точную локализацию некротических участков толстого кишечника и прямой кишки в случае болезни Крона [7]. Помимо изучения состояния системы микроциркуляции при локальных процессах метод ЛДФ нашел применение для диагностики нарушений капиллярного кровотока при системных заболеваниях [6].

Наиболее выраженные изменения капиллярного кровотока у беременных на начальных стадиях развития гестоза (прегестоз и гестоз I степени) нами выявлены при анализе амплитудно-частотного спектра: это увеличение всех исследуемых амплитуд, особенно низкочастотных, которые позволяют судить о состоянии гладкомышечного аппарата артериол и венул. Применение окклюзивной пробы показало более медленное и неполное восстановление капиллярного кровотока, свидетельствующее о снижении резервных возможностей системы микроциркуляции.

При исследовании системы микроциркуляции у женщин в зависимости от фазы менструального цикла обнаружено влияние эстрогенов на капиллярный кровоток кожи и слизистой прямой кишки и влагалища, выражающееся в значительной вазодилатации и снижении кровотока в фолликулиновой фазе менструального цикла. Изменения в системе микроциркуляции при климактерическом синдроме проявлялись значительным снижением капиллярного кровотока [13]. Коррекция этих изменений показала эффективность заместительной гормональной терапии, включающей как эстрогенные, так и гестагенные компоненты [12].

В неонатологии изменение показателей кожного кровотока, а именно их увеличение, может быть маркером болевого синдрома и дискомфорта новорожденного [16]. Jahnukainen T. et al. [14] при светолечении методом ЛДФ физиологической желтухи новорожденных выявили, что тепловая стимуляция кожи значительно повышает эффективность проводимой терапии.

Абсолютных противопоказаний к применению метода ЛДФ нет. Осложнения при проведении ЛДФ-диагностики не отмечаются [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенедиктов И.И., Сысоев Д.А., Цаур Г.А. // Акуш. и гин. — 1999. — № 5. — С.8—11.
2. Волнухин В.А., Козлов В.И., Кочетков М.А. // Пособие для врачей. — М., 1998.
3. Козлов В.И. Тезисы III Всероссийского симпозиума "Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике". — М., 2000. — С.5—15.
4. Козлов В.И., Корси Л.В., Соколов В.Г. // Физиол. чел. — 1998. — № 6. — С. 112—121.
5. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. // Пособие для врачей. — М., 1998.
6. Маколкин В.И., Бранько В.В. и др. // Пособие для врачей. — М., 1999.
7. Мальстрем С. // Вестн. АМН СССР. — 1988. — № 2. — С. 70—76.
8. Barbiro E., Zurovsky Y., Mayevsky A. // Microvasc. Res. — 1998. — Vol. 56. — P. 253—260.
9. Bjarnason B., Flosadottir E., Fischer T. // Contact. Dermatitis. — 1999. — Vol. 40. — P. 251—260.
10. Boyle N.H., Pearce A. et al. // J. Am. Coll. Surg. — 1999. — Vol. 188. — P. 498—502.
11. Brauer K., Hahn M. // Phys. Med. Biol. — 1999. — Vol. 44. — P. 1719—1733.
12. Brooks E.M., Morgan A.L., Pierzga J.M. et al. // J. Appl. Physiol. — 1997. — Vol. 83. — P. 477—484.
13. Emmanuel A.U., Kamm M.A. // Gut. — 1999. — Vol. 45. — P. 64—69.
14. Jahnukainen T., Lindqvist A., Jalonen J. et al. // Eur. J. Pediatr. — 1999. — Vol. 158. — P. 757—760.
15. Korenaga D., Toh Y., Maekawa S. et al. // Hepatogastroenterology. — 1998. — Vol. 45. — P. 2179—2180.
16. McCulloch K.M., Ji S.A., Raju T.N. // Early. Hum. Dev. — 1995. — Vol. 41. — P. 147—156.
17. Milhorat T.H., Capocelli A.L. Jr. et al. // Neurosurgery. — 1997. — Vol. 41. — P. 1102—1110.
18. Muck-Weymann M.E., Albrecht H.P. et al. // Vasa. — 1994. — Vol. 23. — P. 299—304.
19. Nilsson G.E., Tenland T., Oberg P.A. // IEEE. Trans. Bio. Med. Eng. — 1988. — Vol. 27. — P. 597—604.
20. Park D.H., Hwang J.W., Jang K.S. et al. // Plast. Reconstr. Surg. — 1998. — Vol. 101. — P. 1516—1523.
21. Schilling M.K., Redaelli C. et al. // Gut. — 1999. — Vol. 45. — P. 341—345.
22. Soderstrom T., Svensson H. et al. // Technol. Health. Care. — 1999. — Vol. 7. — P. 219—223.
23. Tarui T., Murata A. et al. // Crit. Care. Med. — 1999. — Vol. 27. — P. 1824—1831.

Поступила 15.06.01.