



**В. В. Бойко, А. А. Павлов,
А. В. Жаров**

*ГУ «Институт общей
и неотложной хирургии
АМН Украины», г. Харьков*

© В. В. Бойко, А. А. Павлов,
А. В. Жаров

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАРУШЕНИЙ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО ЗВЕНА СИСТЕМНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Резюме. В работе содержится обзор литературы, посвященный методам исследования микроциркуляторного русла. Представлены основные неинвазивные и инвазивные методы исследования, которые наиболее часто используются в клинической практике. Описаны показатели данных видов исследований, характеризующие микроциркуляторное русло. Сделаны выводы об информативности методов исследования микроциркуляции.

Ключевые слова: *методы исследования, микроциркуляция, системная гемодинамика.*

Интерес к исследованию микрососудистого русла системы кровообращения обусловлен значительной ролью капилляров в осуществлении основных процессов жизнедеятельности организма, в трофическом обеспечении органов и их непосредственном участии в тканевом и клеточном дыхании [11]. От согласованной работы сердца, крупных кровеносных магистралей и сосудов микроциркуляции в целом зависят здоровье и продолжительность жизни человека [4, 11].

Для исследования микроциркуляторного звена используются самые последние достижения оптики (люминесцентный, ультрафиолетовый, интерференционный, фазовоконтрастный микроскопы): оптические квантовые генераторы, достижения электроники (электронный и телевизионный микроскопы), новые типы датчиков и усилителей. Существующие ограничения не позволяли развить функциональный аспект в исследовании звена микроциркуляции, поэтому до настоящего времени в этой области знания отмечается в основном морфологическая направленность исследований [8].

Методика **пульсовой оксиметрии** основана на использовании принципов фотоплетизмографии (ФПГ), позволяющих выделить артериальную составляющую абсорбции света для определения оксигенации артериальной крови [3]. Измерение этой составляющей дает возможность использовать спектрофотометрию для неинвазивного мониторинга сатурации (насыщения) артериальной крови кислородом (SaO_2). Окисление гемоглобина [11] определяется напряжением растворенного в крови кислорода (pO_2) и характеризуется кривой диссоциации оксигемоглобина (HbO_2), представляющей собой зависимость величины насыщения гемоглобина крови кислородом SaO_2 от pO_2 (рис. 1).

Верхняя часть кривой, соответствующая нормальному насыщению артериальной крови кислородом (>95%), показывает способность гемоглобина связывать большое количество кислорода (O_2) при значительных колебаниях pO_2 . В соответствии с методикой фотоплетизмографии уча-

сток тканей, в котором исследуется кровоток, располагается на пути луча света между источником излучения и фотоприемником датчика. Согласно закону Бугера—Ламберта—Беера, величина абсорбции света пропорциональна толщине слоя поглощающего вещества, т.е. при исследовании кровотока определяется размером сосуда или объемом крови, проходящим через исследуемый участок тканей [1, 2]. Сужение и расширение сосуда под действием артериальной пульсации кровотока вызывают соответствующее изменение амплитуды сигнала, получаемого с выхода фотоприемника.

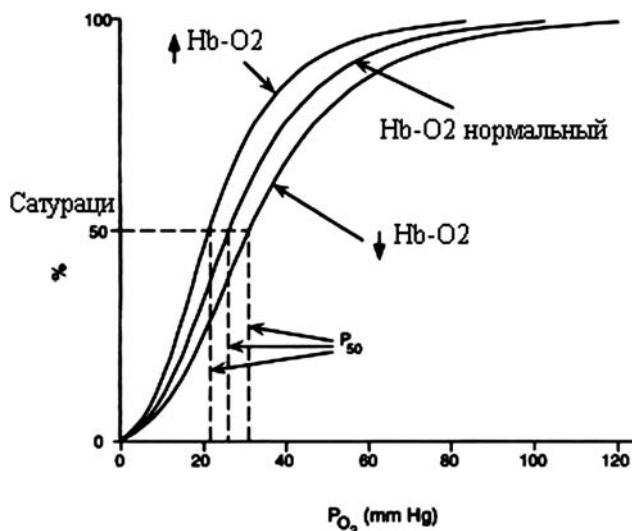


Рис. 1. Зависимость величины насыщения гемоглобина крови кислородом SaO_2 от pO_2 [3]

Фотоплетизмограмма, получаемая после усиления и обработки сигнала фотоприемника, характеризует состояние кровотока в месте расположения датчика. В частности, когда давление крови повышается или возникает вазодилатация (расширение) сосудов, амплитуда ФПГ возрастает, при снижении давления или вазоконстрикции (сужении) сосудов амплитуда падает. Изменения в форме ФПГ могут указывать на развитие гемо-

динамических нарушений на исследуемом участке сосудистого русла, поэтому ФПГ отображается на графическом дисплее монитора в клинической диагностике (рис. 2).

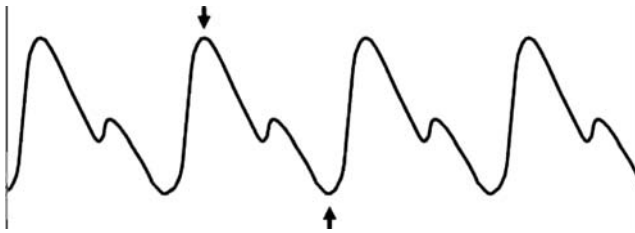


Рис. 2. Пример фотоплетизмографии

Диагностические возможности метода базируются на следующих свойствах пульсограммы [11, 12]:

- пульсограмма отражает, прежде всего, ритмические колебания капиллярного кровотока, вызванные перемещением артериальной крови под воздействием мышечных сокращений левого желудочка сердца;
- пульсограмма полностью отражает все процессы, происходящие в сердце, связанные с возникновением ритмических сокращений;
- процесс отображения пульсограммы соответствует интервалу времени от момента открытия аортального клапана до его закрытия и дальнейшего проталкивания крови за счет эластичности стенок аорты;
- на пульсограмме всегда наблюдается момент закрытия аортального клапана;
- на пульсограмме хорошо виден участок, на котором проявляются свойства эластичности стенок аорты и сосудов.

Пульсовая волна состоит из двух компонентов (рис. 3).

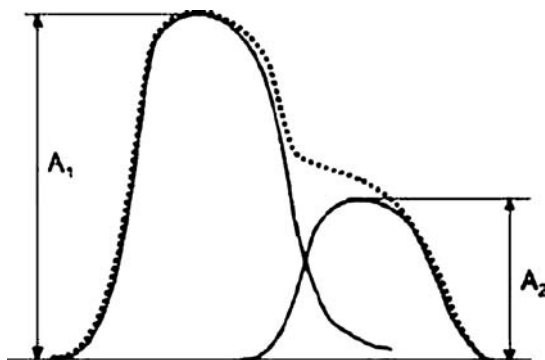


Рис. 3. Схематическое изображение пульсовой волны:
 A_1 — соответствует анакротическому периоду;
 A_2 — дикротическому

Первый пик пульсовой волны, соответствующий анакротическому периоду пульсовой волны (A_1), образуется в период систолы. Амплитудное значение анакротической фазы носит также название амплитуды пульсовой волны и соответствует

ударному объему крови при сердечном выбросе, предоставляя таким образом косвенные сведения о степени инотропного эффекта [4].

Второй пик пульсовой волны, соответствующий дикротическому периоду пульсовой волны (A_2), образуется за счет отражения объема крови от аорты и крупных магистральных сосудов и частично соответствует диастолическому периоду сердечного цикла. Дикротическая фаза предоставляет информацию о тоне сосудов.

Вершина пульсовой волны соответствует наибольшему объему крови, а ее противоположная часть — наименьшему объему крови в исследуемом участке ткани. Характер пульсовой волны зависит от эластичности сосудистой стенки, частоты пульса, объема исследуемого участка ткани, ширины просвета сосудов. Результаты исследований А. И. Крупаткиной и В. В. Сидорова (2005) показывают, что интенсивность отражения зависит от тонуса мелких мышечных артерий в основных местах отражения. Для оценки выраженности отраженной волны используется показатель — индекс отражения (ИО), представляющий собой отношение амплитуды отраженной волны A_2 к амплитуде прямой волны A_1 , выраженный в процентах [8].

Отраженная волна отстоит от прямой систолической волны на время отражения T , которое определяется прохождением пульсовой волны вниз и отражением ее обратно (рис. 2). Время отражения зависит от скорости распространения пульсовой волны и расстояния, которое она должна пройти. Расстояние в значительной степени обусловлено ростом обследуемого пациента. Поэтому для характеристики распространения пульсовой волны определяется специальный показатель — индекс жесткости (ИЖ) — как отношение роста обследуемого (в метрах) ко времени отражения пульсовой волны (в секундах).

Контур периферической объемной пульсовой волны, полученный с помощью фотоплетизмографии, определяется главным образом характеристиками большого круга кровообращения, скоростью распространения волны давления в аорте и крупных эластических артериях, а также тонусом мелких артерий [4].

Реовазография (РВГ) — метод исследования общего и органного кровообращения, основанный на регистрации колебаний сопротивления ткани переменному току высокой частоты [2, 3]. Основную роль в колебании этого сопротивления играет пульсовое кровенаполнение. Метод РВГ позволяет дать характеристику артериального кровенаполнения, состояния тонуса артериальных сосудов, венозного оттока, коллатерального кровообращения. Значительно расширяют диагностические возможности РВГ нагрузочные тесты, поскольку именно они позволяют дифференцировать органические поражения сосудов от функциональных нарушений [3]. К таким тестам



относятся температурные, дыхательные, фармакологические, с физической нагрузкой [3, 4, 6]. Наиболее патогенетически обоснованной для исследования микроциркуляции является холодовая проба, поскольку она создает условия для выявления нарушений микроциркуляции уже на ранних этапах. Холодовую пробу чаще применяют при исследовании пальцев кисти, когда после записи фоновой РВГ кисть охлаждают в течение 1,5 минут струей холодной воды (10—12 °С) и повторно регистрируют РВГ через 3, 7, 12 минут [4, 6]. Основные исследуемые показатели представлены в таблице.

Таблица

Основные показатели реовазографии

Показатель	Характеристика показателя
Реографический индекс (РИ)	Пульсовое кровенаполнение
Время максимального систолического наполнения сосудов	Эластические свойства сосудистой стенки
Коэффициент асимметрии	Асимметрия пульсового кровенаполнения
Время медленного наполнения	Тонус артерий мышечного типа
Дикротический индекс (ДКИ)	Тонус артериол
Диастолический индекс (ДСИ)	Отток крови из вен (степень венозного полнокровия)
Венозный отток (ВО)	Тонус венозной сети

В последние годы интенсивно используется **лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ)**. Метод основан на измерении доплеровской компоненты в спектре отраженного лазерного сигнала, рассеянного на движущихся в тканях частицах (рис. 4). В основе метода ЛДФ лежит использова-

ние излучения монохроматического гелийнеонового лазера ($\lambda = 632,8$ нм) малой мощности (2 мВт), которое хорошо проникает в поверхностные слои тканей [4, 10]. ЛДФ позволяет одновременно или в динамике в течение неограниченного по длительности периода неинвазивным путем оценивать состояние микроциркуляции в поверхностных слоях кожи, слизистых оболочек, а также в поверхностных отделах различных органов во время оперативного вмешательства [4, 10].

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) [11]. Снижение амплитуды медленных колебаний наблюдается при увеличении притока крови в систему микроциркуляции, при стазе тока крови и депрессии процессов транскапиллярного обмена [4, 6, 9]. Быстрые колебания становятся выраженными или даже преобладают в структуре частотного спектра при сильном застое крови в венулах или ишемизации тканей [18]. Увеличение амплитуды пульсовых колебаний отмечается при вазодилатации и увеличении притока крови в микроциркуляторное русло, а также при значительном атеросклерозе крупных сосудов [10].

В настоящее время получен достаточный положительный опыт, свидетельствующий об эффективности ультразвуковых методов для изучения микроциркуляции. Достижения в области клинической ультразвукографии, такие, как энергетическое доплеровское картирование, нативное контрастирование, применение высокочувствительных широкополосных датчиков и т.д., увеличивает возможности в определении скорости и визуализации изображения кровотока в мелких сосудах.

В условиях клиники (в отличие от экспериментальных исследований) не представляется возможным, используя ультразвуковые методы, исследовать кровотоки в единичных сосудах микроциркуляторного русла и проводить лоцирование исходного объема ткани, в котором представлены сосуды различного калибра, с разной скоростью кровотока и разнонаправленным движением крови (микроциркуляторный срез ткани). Так, например, в 1 мм³ кожи в области пальца кисти содержится около 20 артериол, 110 капилляров, 40 посткапиллярных венул и 30 венул [6, 7]. Диаметр сосудов микроциркуляторного русла колеблется от 5 мкм до 100 мкм, а скорость кровотока от 0 до 50 мм/с. Применение ультразвуковых методов регистрации кровотока в сосудах микро-

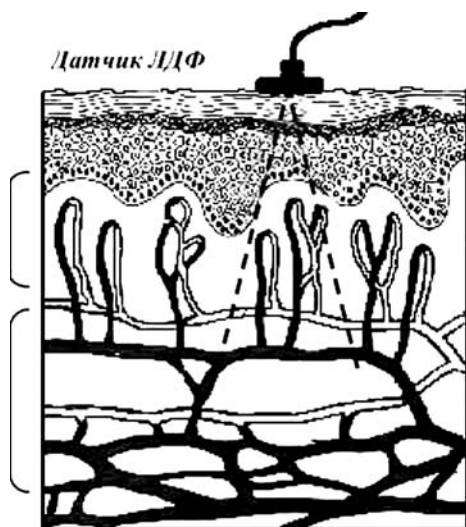


Рис. 4. Схема оптического зондирования ткани при лазерной доплеровской флоуметрии (по В. И. Маколкину и др., 2001) [9]



циркуляторного русла (діаметр менше 100 мкм) сопряжен с рядом трудностей и, прежде всего, низкой линейной скоростью кровотока [2, 5, 6].

Одним из перспективных методов ультразвуковой доплерографии применительно к сосудам микроциркуляторного русла является **ультразвуковая биомикроскопия** [18]. Используя двухэлементный доплеровский датчик, работающий на частоте 40 МГц, один элемент которого непрерывно излучал ультразвуковые колебания, а второй принимал отраженный сигнал, зарегистрировали кровоток, скорость которого колебалась от 8 до 12 мм/с, а в артериолах диаметром 20 мкм — 5 мм/с R.P. Kelly (2002), применив ультразвуковую систему, работающую с частотой 50 МГц, измерили скорость кровотока в микрососудах уха мыши диаметром 12—15 мкм, в микрососудах радужной оболочки кролика (40 мкм), которая составила 0,6 мм/с [19].

При изучении микроциркуляции активно используется также определение температурных аномалий тканей человека — **СВЧ-радиотермометрия** [2, 4, 13]. Это объясняется тем, что все известные методы определения температуры (тепловидение, термография, в том числе и жидкими кристаллами) косвенно отражают внутритканевую температуру, фиксируя ее на поверхностных слоях кожи. Для медицинских исследований более важным считается измерение глубинной температуры тканей и органов, так как она является интегральным показателем уровня биоэнергетических процессов и может служить индикатором их морфофункционального состояния [19].

В основе радиотермометрии лежит измерение теплового радиоизлучения, так как известно, что все физические тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля, согласно закону Планка излучают электромагнитные волны, и это излучение тепловое. Процесс происходит за счет хаотического движения в любом теле элементарных зарядов — электронов, ионов.

По данным А. Г. Поляковой (2000), сравнительная характеристика адекватности глубинных температурных СВЧ-радиотермометрических измерений проводится под контролем тонкоигльчатых датчиков. Учитывая возможность определения функционального состояния тканей за счет интерпретации интегральных глубинных температур, отражающих биоэнергетическое состояние, СВЧ-радиотермометрию в дециметровом диапазоне стали использовать для диагностических целей [7]. Дециметровая СВЧ-радиотермометрия благодаря простоте исследования, неинвазивности и безвредности может быть перспективным методом в разработке новых способов диагностики и контроля за состоянием микроциркуляции [7, 12, 13].

Среди методов изучения микроциркуляции, применяемых в клинической практике, биомикроскопическая техника достаточно ши-

роко используется для мониторинга за состоянием микрогемодикуляции у пациентов при различных патологических расстройствах, поскольку дает объективную и наглядную характеристику перераспределения потоков крови в тканях [2, 4, 5, 6]. Биомикроскопия микрососудов конъюнктивы глазного яблока (КГЯ) позволяет проводить детальную оценку состояния всех звеньев микроциркуляторного русла — артериол, прекапиллярных артериол, капилляров, посткапиллярных венул и венул, а также особенностей кровотока в микрососудах и состояния периваскулярного пространства. Алгоритм оценки состояния микрогемодикуляции при биомикроскопии сосудов КГЯ [13] включает [4]:

- а) качественную характеристику композиции микрососудов и кровотока в них, а также особенностей пассажа крови в сосудах артериольного, капиллярного и веноулярного звеньев;
- б) сравнение их с нормой и другими данными;
- в) полуколичественный учет признаков, характеризующих:
 - гемодинамику в микрососудах,
 - структурные изменения микрососудов,
 - реологические сдвиги,
 - состояние барьерной функции микрососудов;
- г) расчет индекса конъюнктивальной микроциркуляции (ИКМ), который характеризует степень отклонения оцениваемых признаков от нормы (у здоровых людей ИКМ составляет 0—0,1);
- д) определение вклада различных показателей в структурно-функциональные изменения микроциркуляции в КГЯ;
- е) оценку степени нарушения микроциркуляции.

Многочисленными исследованиями доказана высокая информативность биомикроскопии КГЯ при оценке тяжести заболевания и реабилитации больных, контроле за ходом их лечения [1, 4, 5, 18].

Большинство исследователей [3, 7, 9, 14] считают, что изменения в микрососудистом русле КГЯ отражают, прежде всего, состояние системной гемодинамики. Однако анатомическое единство сосудистого русла глазного яблока и головного мозга служит основанием для использования биомикроскопии микрососудов КГЯ и в оценке состояния мозговой микроциркуляции. Кровообращение КГЯ так же, как и головного мозга, осуществляется за счет бассейна внутренней сонной артерии, а отток венозной крови из КГЯ происходит в пещеристый синус твердой мозговой оболочки (система внутренней яремной вены), куда поступает кровь и из вен мозга. Рядом наблюдений в клинике [4, 7, 17, 19] подтверждена высокая информативность биомикроскопии микрососудов КГЯ при исследовании больных с нарушениями мозгового кровообращения. Изменения в микрососудах КГЯ нередко выявляются раньше, чем изменения сосудов глазного дна.



Среди малоинвазивных методов изучения микроциркуляции наиболее широко применяется метод **ангиографии**. Он позволяет анализировать структуру артериальной стенки. Ангиография — это рентгенологическое исследование кровеносных сосудов, производимое с помощью специальных рентгеноконтрастных веществ.

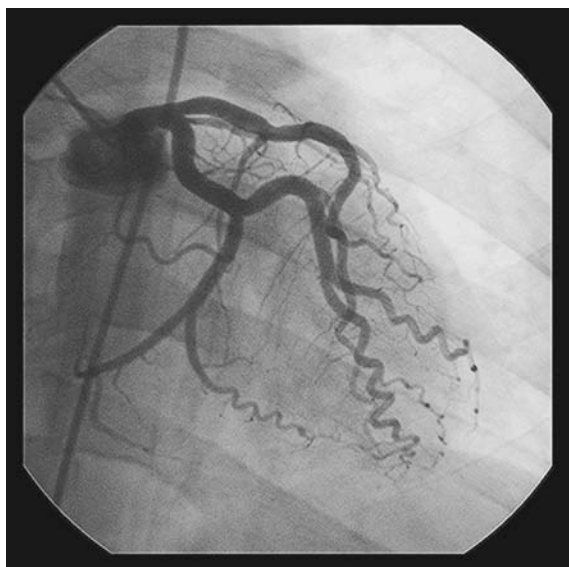


Рис. 5. Селективная ангиография коронарных артерий

На обычных рентгенограммах не видны артерии, вены и лимфатические сосуды, поскольку они поглощают рентгеновское излучение так же, как и окружающие их ткани [12]. Для того чтобы сосуды можно было увидеть, применяются методы ангиографии. Исследование артерий называется артериографией, вен — венографией (флебографией), лимфатических сосудов — лимфографией [12]. Для искусственного контрастирования сосудов в них вводят раствор органического соединения йода, предназначенного для этой цели (рис. 5).

Ангиографию проводят после общеклинического обследования пациента, если другие методы исследования не позволяют установить правильный диагноз. Это исследование позволяет выявить повреждения и пороки развития сосудов (аневризмы, сужения сосудов, мальформации), нарушения проходимости сосудов, повреждения и пороки развития различных органов, опухоли и т. д. Ангиография обладает одним важным преимуществом, в котором его не могут превзойти другие методы изображения сосудов — на экране аппарата можно видеть физиологию движения крови по сосудам, выявлять многие сосудистые болезни, недоступные другим методам [14, 16, 18]. На рис. 6 представлен алгоритм получения информации при проведении ангиографии.



Рис. 6. Алгоритм получения информации при проведении ангиографии (по В. С. Савельеву, 2001) [12]



Наряду с прямыми методами изучения микроциркуляции, существуют и непрямые методы, основанные на изучении метаболитов тканевого обмена. По мнению В.А.Ткачук (2002), уровень лактата в крови применяется для мониторинга уровня тканевой гипоксии, а следовательно, и нарушения микроциркуляции: утилизация пирувата зависит от наличия O_2 и, соответственно, снижение доставки O_2 к клеткам приводит к увеличению продукции лактата и повышению его уровня в крови [10, 14]. Гипоксия тканей определяется как дисбаланс между потребностью в кислороде и его доставкой (DO_2). При снижении DO_2 ткани обеспечивают потребность в O_2 , увеличивая экстракцию O_2 из артериальной крови. Это выражается в увеличении индекса экстракции кислорода (O_2ER) и снижении сатурации смешанной венозной крови ($SvO_2\%$). В норме в тканях экстрагируется около 25% O_2 , доставляемого артериальной кровью. В статье П.А.Лебедева (2004) подчеркивается неспецифичность таких традиционных признаков критического нарушения микроциркуляторного кровотока, наиболее часто встречающегося при шоке, как ЧСС, АД, температура кожи, диурез. Даже интерпретация таких параметров гемодинамики, как давление заклинивания в легочной артерии и сердечный выброс, может быть неоднозначной при прогрессировании шока. Нарушение DO_2 к тканям, приводящее к повреждению метаболизма пирувата, будет выражаться в накоплении лактата, увеличении дефицита оснований, анионного промежутка

и снижении системного pH. Наиболее информативны прямые измерения DO_2 и потребления кислорода тканями (VO_2), производимые с обязательным измерением Qt , $SaO_2\%$, $SvO_2\%$ [14, 15, 17].

Таким образом, в обзоре литературы отражены основные методы исследования микроциркуляторного русла, которые могут быть использованы для объективной оценки состояния кровотока. Неинвазивные методы имеют ряд преимуществ: они более доступны, с минимальными затратами времени, не имеют противопоказаний к исследованию, дают четко выраженный результат, исследования могут широко применяться в клинике, получаемые показатели могут быть использованы в диагностике и повлиять на тактику лечения, уменьшить сроки пребывания в клинике. Инвазивные методы в сравнении с неинвазивными менее широко используются в диагностике, что связано в большей мере с дороговизной оборудования, требуют введения контрастных веществ, но имеют главное преимущество — на экране аппарата можно увидеть сосудистую сеть, характер движения крови по ней, что недоступно при других методах исследования. Следовательно, взвешенный подход при изучении состояния микроциркуляции на основе тесной взаимосвязи инвазивных и неинвазивных методов диагностики позволяет объективизировать массив данных, что в результате может оказать существенное влияние на тактику лечения. Разработка оптимальных оценочных методик микроциркуляции представляет перспективу дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березенко В.С. Функціональний стан ендотелію та системи L-аргінін NO у дітей з хронічними гепатитами / В.С.Березенко // Перинатология и педиатрия. — 2006. — № 3(27). — С. 102—105.
2. Диагностика функции сосудистого эндотелия у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями / П.А.Лебедев, Л.И.Калакутский, С.П.Власова, А.П.Горлов. — Самара, 2004. — 18 с.
3. Импедансная реоплетизмография / М.И.Гуревич, А.И.Соловьев, Л.П.Литовченко, Л.Б.Доломан. — Киев: Наукова думка, 2002. — 176 с.
4. Козлов В.И. Компьютерная TV-микроскопия сосудов конъюнктивы глазного яблока в оценке состояния микроциркуляции крови / В.И.Козлов, Г.А.Азизов, О.А.Гурова. — М., 2004. — 25 с.
5. Козлов В.И. Метод лазерной доплеровской флоуметрии / В.И.Козлов, Ф.Б.Мач, О.А.Литвин. — М., 2001. — 22 с.
6. Козлов В.И. Оценка состояния гемомикроциркуляции в тканях с помощью лазерной доплеровской флоуметрии / В.И.Козлов. — М., 2001. — 24 с.
7. Комплексное изучение КВЧ-воздействия в эксперименте и в реабилитации больных с дегенеративно-дистрофической патологией крупных суставов / А.Г.Полякова, Т.В.Буйлова, Д.Я.Алейник [и др.] // Миллиметровые волны в биологии и медицине. — 2001. — № 1. — С. 22—27.
8. Крупаткина А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: руководство для врачей / А.И.Крупаткина, В.В.Сидорова. — М.: Медицина, 2005. — 256 с.
9. Маколкин В.И. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии / В.И.Маколкин, В.В.Бранько, Э.А.Богданова. — М., 2001. — 42 с.
10. Николаев А.Я. Биологическая химия / А.Я.Николаев. — М.: Медицинское информационное агентство, 2004. — 451 с.
11. Применение фотоплетизмографии для исследования локального кровотока челюстно-лицевой области / Е.И.Дерябин, Е.Е.Двинянинова, Н.В.Ваганова [и др.] // Лазерная медицина. — 2000. — № 3. — С. 18—26.
12. Савельев В.С. Флебология / В.С.Савельев. — М.: Медицина, 2001. — 664 с.
13. Тарасюк Б.А. Сучасні інструментальні методи дослідження серцево-судинної та гепатобіліарної систем у дітей з вродженими та набутими захворюваннями сполучної ткани / Б.А.Тарасюк. — К.: НДІ ПАГ АМНУ, 2007. — 30 с.
14. Ткачук В.А. Клиническая биохимия / В.А.Ткачук. — М.: Гэотармед, 2002. — 306 с.
15. Baskurt O.K. The effect of red blood cell aggregation on blood flow resistance / O.K. Baskurt, M. Bor-Kucuk.



katay, O. Yalcin // *Biorheology*. — 2002. — Vol. 36. — P. 437—447.

16. *De Castro Silva M.* Chronic venous insufficiency of lower limbs and its socio-economic significance / M. De Castro Silva // *Phlebology*. — 2005. — Vol. 1. — P. 23—24.

17. *Jantel G.* RELIEF study: first European consolidated data / G. Jantel // *Angiology*. — 2000. — Vol. 51. — P. 31—37.

18. *Kelly R.P.* Determination of age-related increases in large artery stiffness by digital pulse contour analysis / R. P. Kelly, S. C. Millasseau, P. J. Chowienzyk // *Clinical Science*. — 2002. — Vol. 103. — P. 371—377.

19. *Prognostic* significance of nailfold capillary microscopy in patients with Raynaud's phenomenon and scleroderma-pattern abnormalities / P. Zufferey, M. Depairon, A. M. Chamot, M. Monti // *Clinical Rheumatology*. — 2002. — № 11(4). — P. 536—541.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
ПОРУШЕНЬ
МІКРОЦИРКУЛЯТОРНОЇ
ЛАНКИ СИСТЕМНОГО
КРОВООБІГУ

***V. V. Boyko, O. O. Pavlov,
O. V. Zharov***

Резюме. У роботі міститься огляд літератури, присвяченої методам дослідження мікроциркуляторного русла. Подано основні неінвазивні та інвазивні методи дослідження, які найчастіше використовуються в клінічній практиці. Описано показники даних видів досліджень, які характеризують мікроциркуляторне русло. Зроблено висновки про інформативність методів дослідження мікроциркуляції.

Ключові слова: *методи дослідження, мікроциркуляція, системна гемодинаміка.*

METHODS
OF INVESTIGATION
OF MICROCIRCULATION
ABNORMALITIES
OF SYSTEMIC CIRCULATION

***V. V. Boyko, A. A. Pavlov,
A. V. Zharov***

Summary. The paper presents the literature review concerning research methods of microcirculation channel. The main non-invasive and invasive methods, which are most often used in clinical practice are presented. The indices of these types of studies characterizing the microcirculatory channels are described. The conclusions about the informativeness of these methods are made.

Key words: *research methods, microcirculation, systemic hemodynamics.*