

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель министра здравоохранения



В.В. Колбанов

13 декабря 2004 г.

Регистрационный № 97-0603

**МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ
ИЗОБРАЖЕНИЙ БУЛЬБАРНОЙ КОНЬЮНКТИВЫ
В ДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ
МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ**

Инструкция по применению

Учреждение-разработчик: Республиканский научно-практический центр «Кардиология»

Авторы: канд. биол. наук Е.Э. Константинова, Л.А. Иванова

ВВЕДЕНИЕ

Особое место в патогенезе ишемической болезни сердца (ИБС), артериальной гипертензии (АГ), различных видов шока, васкулитов, осложнений сахарного диабета, гематологических заболеваний и многих других патологических процессов занимают нарушения микроциркуляции. Поэтому при диагностике сердечно-сосудистых расстройств данное звено кровообращения привлекает всё большее внимание, как с практической, так и с научной точки зрения.

Наиболее распространенными методами исследования состояния микроциркуляции в клинике являются биомикроскопия, радионуклидные методы, доплерометрия. Радионуклидный метод универсален, он используется для изучения микроциркуляции в головном мозге, легких, печени и других органах. Несмотря на использование данного метода в клинической практике с начала 60-х годов, он постоянно совершенствуется: используются более 50 радиофармпрепаратов, появляются новые компьютерные технологии и программы обработки результатов радиологического исследования. В клинике для интраоперационного исследования микроциркуляции в коже, слизистых, широко используется лазерная доплеровская флоуметрия. Этот метод позволяет оценить интенсивность перфузии тканей кровью за единицу времени, параметры движения крови по микрососудам на глубине 0,05–2 мм. Рядом преимуществ по сравнению с лазерной обладает ультразвуковая высокочастотная доплеровская флоуметрия. Этот метод позволяет определить не только тип исследуемого сосуда, но и распределение частиц крови с разными скоростями по его сечению. Возможности данного метода в исследовании микроциркуляции значительно расширились с появлением датчиков, работающих в частотном диапазоне от 20 до 30 МГц. Биомикроскопические методы используются при изучении микроциркуляции в коже, бульбарной конъюнктиве, слизистой полости рта, носа. Ряд преимуществ бульбарной конъюнктивы как объекта исследования (отсутствие существенных особенностей анатомического характера; беспорядочное расположение сосудов, не имеющее органной специфичности; хорошая контрастируемость эритроцитов на белом фоне склеры; наличие естественной ирригационной системы (слезный аппарат), позволяющей сводить

к минимуму возникающий при микроскопии тепловой эффект на сосуды) делают ее наиболее перспективной для использования в клинической практике. Еще одним основанием использования конъюнктивальной биомикроскопии (КБМ) в клинике являются многочисленные доказательства того, что терминальное сосудистое русло конъюнктивы глаза отражает состояние микроциркуляции в организме.

С развитием цифровой и аналоговой техники в настоящее время появились широкие возможности визуализации и получения качественных изображений микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы в электронном и графическом виде. Использование компьютерных технологий фиксации и обработки изображений открывает перспективы количественной оценки статических и динамических характеристик микроциркуляции. Однако среди методов оценки состояния микроциркуляторного русла конъюнктивы в настоящее время наиболее распространенной остается балльная система, основанная на отдельном рассмотрении степени сосудистых, внутри- и внесосудистых изменений с соответствующим присвоением баллов, по которым рассчитываются парциальные и общий конъюнктивальные индексы. В ряде случаев дополнительно определяются диаметры микрососудов и плотность капилляров. Актуальной задачей является разработка систем оценки и алгоритмов компьютерной обработки изображений микроциркуляторного русла, позволяющих осуществлять комплексную количественную диагностику состояния конъюнктивальной микроциркуляции.

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

Исследование микроциркуляции при различных видах сердечно-сосудистой патологии показано чаще всего как дополнительный метод, который позволяет оценить особенности течения заболевания. Учет состояния микроциркуляции позволяет не только в большей степени индивидуализировать терапию различных форм ИБС, АГ и других сердечно-сосудистых расстройств, но и контролировать эффективность лечебных и профилактических воздействий.

При этом КБМ является информативным методом исследования, поскольку позволяет установить структурные и, при определенных

условиях, функциональные изменения в различных отделах микроциркуляторного русла. В диагностическом плане применение КБМ показано при острых формах ИБС, дистальном или диффузном поражении коронарного русла, вазоспастической форме стенокардии, при сопутствующих нарушениях липидного обмена, наличии сахарного диабета. Оценка состояния микроциркуляции методом КБМ показана больным АГ, особенно в случаях рефрактерности к антигипертензивной терапии. КБМ показана также как скрининговый метод исследования, поскольку является высокоинформативной при оценке нарушений микроциркуляции на доклинической стадии патологического процесса, особенно при наличии факторов риска.

Применение метода количественной оценки изображений бульбарной конъюнктивы значительно повышает точность и информативность метода КБМ, особенно в случаях динамического наблюдения и в условиях функциональных проб. При проведении количественной оценки состояния микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы значительно повышается оперативность метода КБМ в отношении контроля эффективности терапевтических воздействий при нарушениях микроциркуляции, поскольку появляется возможность быстро и достоверно обнаружить изменения в состоянии данной системы, часто недоступные для наблюдения при использовании качественно-количественных систем оценки и других методов исследования.

ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

1. Щелевые лампы типа ЩЛ или серий SL, FS.
2. Адаптер для щелевых ламп с видеокамерой формата PAL или NTSC с разрешением не менее 768×494 .
3. Специализированное программное обеспечение «АРМ» (ОИПИ НАНБ, РНПЦК МЗ РБ), персональный компьютер, позволяющий работать под операционной системой Windows 98 или Windows NT.
4. Объект-микрометр с ценой деления 0,01 мм.
5. Винтовой стул (кресло), вата, спирт медицинский.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА

Требования к проведению исследования микроциркуляции методом КБМ

Исследование проводится в условиях, исключающих предшествующую физическую нагрузку и психотравмирующие факторы, в положении сидя. Для того, чтобы сделать объективные выводы при исследовании конъюнктивальных сосудов, необходимо соблюдать следующие условия: исследование проводится при комнатной температуре в течение 30–40 с у пациентов, не имеющих локальных воспалительных состояний, тканевых поражений (например, птеригиума), заболеваний роговицы или век, перенесших ОРЗ не менее чем за 1 мес. до исследования.

Методика проведения исследования

Перед проведением исследования высота стула (кресла) регулируется таким образом, чтобы больной не испытывал дискомфорта при проведении осмотра. Пациенту предлагают поместить подбородок на подставку щелевой лампы и направить взгляд кверху и в сторону (при осмотре левого глаза — вправо, правого — влево). При этом становится доступной для осмотра значительная часть конъюнктивы склеры наружного угла глаза. Капилляроскоп фокусируется на участок конъюнктивы с наибольшим разнообразием сосудов микроциркуляции, производится осмотр конъюнктивы при увеличении на щелевой лампе $\times 20$, $\times 35$ или $\times 40$. Участок выбирают таким образом, чтобы на нем были максимально представлены имеющиеся структурные единицы микроциркуляторного русла. При повторных обследованиях выбирают тот же участок.

Конъюнктивная склера прозрачна, ее распознают по имеющимся сосудам. Поверхностные сосуды конъюнктивы имеют ярко-красный цвет, довольно тонки и ветвисты, легко смещаются вместе с конъюнктивой при скольжении ее по поверхности глазного яблока. Глубже расположенные эписклеральные сосуды отличаются более насыщенной окраской, большим калибром. При смещении конъюнктивы они не изменяют своего расположения.

После осмотра в режиме записи программы «АРМ» осуществляется фиксация серии изображений на компьютере в течение 10–15 с

с частотой 4–8 кадров в секунду. Затем для обработки выбирается 5–7 наиболее качественных кадров. В режиме анализа программы «АРМ» исследователем задаются опорные точки, и программа в автоматическом режиме проводит расчет показателей состояния микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы.

Методика оценки состояния микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы

Состояние микроциркуляции оценивается по трем направлениям: сосудистый, внесосудистый и внутрисосудистый компоненты.

При задании опорных точек (см. рис.) для оценки сосудистого компонента различают: артериолы и венулы, которые обычно располагаются вместе (артериолы проходят прямыми стволами и менее контрастны, венулы более извиты, диаметр их больше); прекапиллярные артериолы и капилляры, которые отличаются калибром (8–18 мкм) и характером расположения, так как соединяют артериолы и венулы. Оценка внесосудистого компонента проводится по величине кровоизлияний, периваскулярного отека, проявляющегося мутностью фона и внесосудистых отложений.

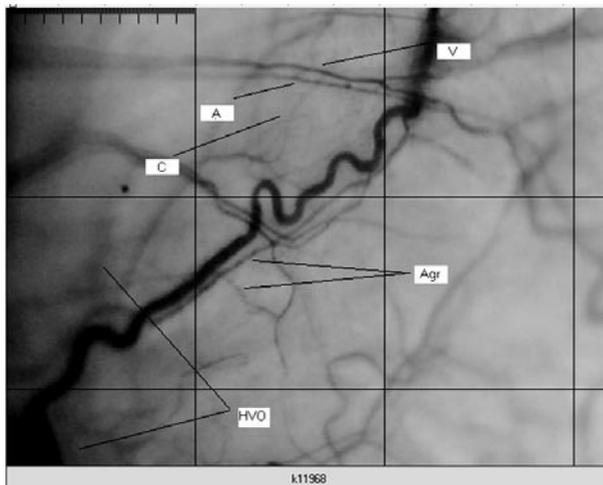


Рис. Микроциркуляторное русло бульбарной конъюнктивы больного ИБС, 47 лет: А — артериола, В — венула, С — капилляр, НВО — периваскулярный отек, Agr — внутрисосудистая агрегация

Внутрисосудистый компонент оценивается по степени равномерности (или неравномерности) плотности кровотока в микрососудах, выраженности и распространенности внутрисосудистых нарушений, скорости кровотока в сосудах приводящего, обменного и отводящего звеньев. Среди патологических явлений конъюнктивальной микроциркуляции определяются: изменение диаметра и неравномерность калибра микрососудов, нарушение артериоло-венулярного соотношения, сетевидная структура, микроаневризмы, саккуляции (мешковидные венозные расширения), извитость сосудов и образование сосудистых клубочков, кровоизлияния, периваскулярный отек, нарушение равномерности и скорости кровотока и образование внутрисосудистых агрегатов.

В настоящей программе заложен алгоритм количественной оценки указанных феноменов, регистрируемых на изображении бульбарной конъюнктивы, выраженной в соответствующих коэффициентах, значения которых находятся в диапазоне от 0 до 1. Границы диапазона соответствуют предельным состояниям каждого из оцениваемых феноменов микроциркуляции: 0 — максимальная степень выраженности нарушения состояния соответствующего компонента; 1 — отсутствие нарушения. При этом вычисляются три группы коэффициентов, характеризующих состояние сосудистого, внесосудистого и внутрисосудистого звеньев микроциркуляции.

Первая группа коэффициентов характеризует состояние микрососудов (артериол — ^a; капилляров — ^c; венул — ^v; артериоло-венулярных анастомозов — _{ava}):

1. Коэффициент неравномерности калибра сосудов $K_{id}^{(a, c, v)}$; предельные состояния — саккуляции и мешотчатые аневризмы или ровные контуры сосуда.

2. Коэффициент извитости сосудов $K_w^{(a, c, v)}$; предельные состояния — сосудистые клубочки или прямолинейный ход сосуда.

3. Коэффициент капилляризации K_s^c ; предельные состояния — отсутствие капилляров или занятие ими всей площади в поле наблюдения.

4. Коэффициент артериоло-венулярной разницы K_{av} ; предельные состояния — бесконечно малый диаметр артериол и бесконечно большой диаметр венул или равные диаметры артериол и венул.

5. Коэффициент площади артериоло-венулярных анастомозов K_{ava} ; предельные состояния — занятие анастомозами всей площади или их отсутствие.

6. Коэффициент площади сетевидной структуры K_{net} ; предельные состояния — занятие сетевидной структурой всей площади или ее отсутствие.

Вторая группа коэффициентов характеризует состояние периваскулярного пространства:

1. Коэффициент площади микрогеморрагий K_{hr} ; предельные состояния — наличие геморрагий на всей площади или их отсутствие.

2. Коэффициент площади периваскулярного отека K_{hvo} ; предельные состояния — наличие периваскулярного отека на всей площади или его отсутствие.

3. Коэффициент площади внесосудистых отложений K_{evd} ; предельные состояния — наличие внесосудистых отложений на всей площади или их отсутствие .

Третья группа коэффициентов характеризует внутрисосудистый кровоток в артериолах, капиллярах, венулах:

1. Коэффициент неравномерности кровотока $K_{ibr}^{(a,c,v)}$; предельные состояния — наличие пустых участков и плотных агрегатов или равномерный кровоток.

2. Коэффициент внутрисосудистой агрегации $K_{agr}^{(a,c,v)}$; предельные состояния — наличие агрегатов на всей площади сосуда или их отсутствие.

3. Коэффициент распространенности агрегации $K_{da}^{(a,c,v)}$; предельные состояния — наличие агрегатов по всей протяженности сосудов одного вида или их отсутствие.

Результаты оценки представляют в виде итоговой таблицы (см. ниже), в которую вносятся также результаты измерения диаметра сосудов ($d_{(a,c,v)}$). Данная таблица представляет собой заключение о результатах диагностики состояния микроциркуляции в клинических исследованиях.

**Результаты исследования микроциркуляции с использованием
метода количественной оценки изображений
бульбарной конъюнктивы**

Функциональная группа клинической гемореологии и микроциркуляции								
Исследование конъюнктивальной микроциркуляции								
Дата обследования: 10.03.03 г. Ф.И.О. пациента <u>Н.</u> пол <u>ж</u> возраст <u>52</u> отделение <u> </u>								
Диагноз: стабильная стенокардия 2–3 функционального класса								
Характеристики сосудистого русла			Внутрисосудистые характеристики			Характеристики периваскулярного пространства		
показатель	значение	норма	показатель	значение	норма	показатель	значение	норма
K_{id}^a	0,86	0,9–1,0	K_{ibf}^a	0,77	0,9–1,0	K_{hr}	1,0	1,0
K_w^a	0,99	0,9–1,0	K_{agr}^a	0,82	0,9–1,0			
D_a, mkm	10	15–18	K_{da}^a	0,95	0,9–1,0			
K_{id}^c	0,80	0,9–1,0				K_{hvo}	0,48	0,8–1,0
K_w^c	0,83	0,9–1,0	K_{ibf}^c	0,84	0,9–1,0			
d_e, mkm	7	7–8,5	K_{agr}^c	0,81	0,9–1,0			
K_{id}^v	0,84	0,9–1,0	K_{da}^c	0,979	0,9–1,0	K_{evd}	1,0	1,0
K_w^v	0,82	0,9–1,0						
d_v, mkm	14	20–30	K_{ibf}^v	0,798	0,9–1,0			
K_s^c	0,03	0,14–0,3	K_{agr}^v	0,6	0,9–1,0	K_{pv}	2,48	2,8–3,0
K_{av}	0,71	0,5–1,0	K_{da}^v	0,96	0,9–1,0			
K_{ava}	0,998	0,9–1,0						
K_{net}	1,0	0,9–1,0	K_{iv}	7,53	8,1–10			
K_{vasc}	7,88	7,8–9,3	Общий конъюнктивальный коэффициент			K_T	17,89	18,7–22,3
Заключение: периваскулярный отек. Неравномерность кровотока в артериолах, капиллярах, венулах. Внутрисосудистая агрегация в венулах.								

Возможные осложнения или ошибки: возможны технические сложности при проведении исследования в положении пациента сидя, у больных в тяжелых состояниях (шок, коматозные состояния, острый инфаркт миокарда). В остальных случаях при соблю-

дении требований к проведению исследования микроциркуляции методом КБМ осложнений не отмечено.

Противопоказания к применению метода: при соблюдении требований к проведению исследования микроциркуляции методом КБМ отсутствуют.