

УДК 531/534:57+612.7

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РЕЗИСТИВНЫХ АРТЕРИЙ У ЧЕЛОВЕКА

Г. Мчедlishvili*, М. Манцкава*, Т. Урдулашвили**

*Лаборатория физиологии и патологии кровообращения института физиологии им. И.С. Бериташвили Академии наук Грузии, Грузия, 1060, Тбилиси, ул. М. Готуа, 14, e-mail: geomched.micce@caucasus.net

**Кафедра внутренней медицины Тбилисского государственного университета, Грузия, 1077, Тбилиси, пр. В. Пшавела, 33

Аннотация. Отмечается, что резистивным артериям принадлежит важная роль при регулировании физиологических параметров кровеносной системы. Предложен новый неинвазивный метод оценки функционального состояния резистивных артерий руки человека. Метод основан на исследовании постишемической гиперемии, возникающей в результате стандартной остановки местного кровотока длительностью в одну минуту. Измерение скорости кровотока в лучевой артерии испытуемого было проведено с помощью ультразвукового прибора, работа которого основана на эффекте Допплера. Для определения функционального состояния резистивных артерий было введено понятие индекса резистивности. С помощью этого параметра было исследовано состояние резистивных артерий руки человека при ряде заболеваний (болезнь Рейно, артериальная гипертензия, сахарный диабет).

Ключевые слова: резистивные артерии, функциональная диагностика, эффект Допплера, индекс резистивности, лучевая артерия.

В системе кровообращения человека и животных резистивным артериям отводится особенно важная роль, которую они выполняют как в нормальных, так и в патологических условиях. Будучи своеобразными «кранами», расположенными на границе центрального и периферического кровообращения, они участвуют в регулировании наиболее важных физиологических параметров кровеносной системы. Постоянство уровня общего артериального давления, от которого зависит нормальное кровоснабжение любых органов и тканей, в большой степени обусловлено периферическим сопротивлением кровеносной системы и зависит от „тонуса” резистивных артерий. С другой стороны, микроциркуляция в любых органах и тканях, в свою очередь, обусловлена функциональным состоянием соответствующих резистивных артерий, определяющих сопротивление в их просвете. Кроме того, с резистивными артериями связано развитие различных патологических и компенсаторных процессов в системе регионального кровообращения и микроциркуляции. Ввиду всего этого именно резистивные артерии кровеносной системы должны быть предметом диагностических исследований, а также лечебных воздействий при различных видах патологий. Все сказанное свидетельствует о том, насколько важна успешная диагностика функционального состояния резистивных артерий у человека, которая должна стать основной для эффективных терапевтических воздействий, устраняющих соответствующие нарушения у больных. Настоящая работа

посвящена описанию оригинального неинвазивного метода оценки функционального состояния резистивных артерий руки человека, разработанного в лаборатории физиологии и патологии кровообращения института физиологии им. И.С. Бериташвили Академии наук Грузии, а также некоторым результатам исследования этого метода при ряде патологий.

Принцип используемой в работе методики оценки функционального состояния резистивных артерий касается кисти руки человека и основан на исследовании постишемической (реактивной) гиперемии, возникающей в результате стандартной остановки местного кровотока длительностью в одну минуту. Поскольку при неизменном уровне общего артериального и венозного давлений величина измеряемого в лучевой артерии кровотока зависит именно от функционального состояния соответствующих резистивных артерий, образующихся при ее ветвлениях, по регистрируемой в них скорости кровотока можно судить об их функциональном состоянии.

Для правильной оценки функционального состояния резистивных артерий используемая методика должна отвечать следующим требованиям: а) получаемые данные должны быть прямыми (не косвенными) и максимально точными; б) они должны быть количественными; в) возможные ошибки измерений и артефакты должны быть сведены до минимума; г) методика должна быть легко используемой в амбулаторных условиях и не требовать специальной и длительной подготовки соответствующего медицинского персонала.

При этом в условиях постоянного уровня общего артериального давления скорость кровотока, измеряемая в лучевой артерии, отражает функциональное состояние именно резистивных артерий кисти руки человека. Ввиду этого по динамике изменения скорости кровотока в лучевой артерии после его стандартной остановки во время развития постишемической гиперемии можно судить о функциональном состоянии ветвлений резистивных артерий в кисти руки человека.

Измерение скорости кровотока в лучевой артерии испытуемых производилось в данном исследовании с помощью ультразвукового прибора, работа которого основана на эффекте Доплера. Как известно, суть этого эффекта состоит в специфическом изменении частоты колебаний ультразвука в зависимости от скорости движения источника звуковых колебаний. Направляя ультразвуковой сигнал на лучевую артерию под углом 45° и регистрируя отражение этого сигнала от эритроцитов текущей крови, можно по сдвигу частоты падающего и отраженного сигналов определять линейную скорость кровотока в соответствующих резистивных артериях, образующихся при ветвлениях этой артерии.

В настоящей работе был использован ультразвуковой прибор с частотой 4 МГц "Dop 8/4" (Германия) со встроенным самописцем. Для регистрации нормального (фоновое) кровотока в лучевой артерии датчик устанавливается в области запястья, в месте максимальной слышимости пульсации этой артерии. Затем, повышая давление в манжете сфигмоманометра, наложенной на плечевую артерию, кровоток в кисти руки останавливали ровно на 1 минуту. После этого давление в манжете быстро снижали до нуля и регистрировали с помощью аппарата Доплера кровотоки, возросший при постишемической гиперемии. Проведение таких функциональных проб легко осуществимо как в больничных стационарах, так и в амбулаторных условиях и не создает неприятных ощущений у пациентов.

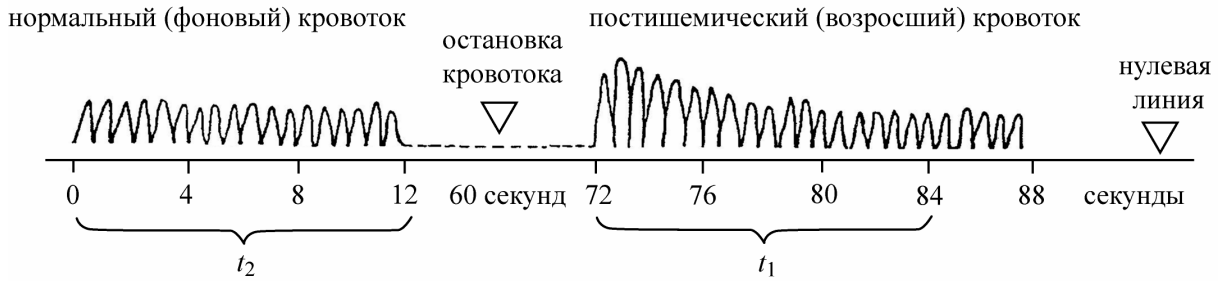


Рис. 1. Кривая скорости кровотока в нормальных условиях при временном прекращении кровотока и при последующей постишемической гиперемии. На рисунке приведена кривая скорости кровотока здорового испытуемого 23 лет

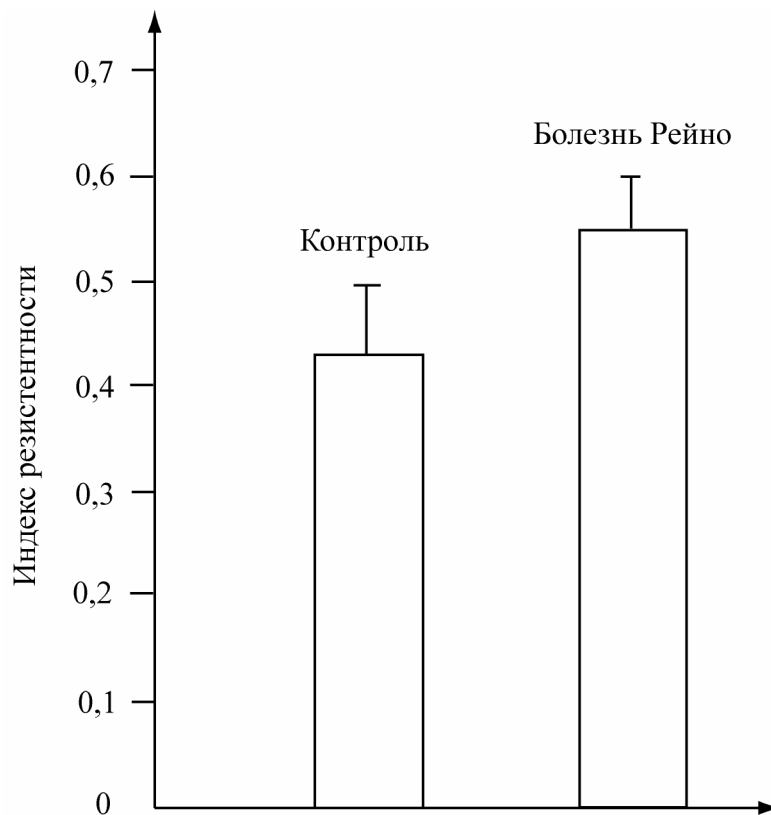


Рис. 2. Индекс резистентности ($M \pm \delta$) у группы здоровых испытуемых ($n=25$) и у больных с болезнью Рейно ($n=45$) ($P < 0,001$)

Для определения функционального состояния резистивных артерий было введено понятие “индекса резистентности”, который представляет собой отношение площади, ограниченной кривой кровотока при нормальных (фоновых) условиях и нулевой линией, к площади, ограниченной кривой возросшего кровотока при гиперемии и нулевой линией, за интервал времени t , равный периоду возвращения величины постишемического кровотока к своему исходному значению (рис. 1). Эта площадь отражает количество крови, протекающей через лучевую артерию, т. к. кривая представляет собой сумму дискретных величин скорости кровотока ($S = \sum V_i$). Величины этих площадей – до ишемии и после нее – отличаются одна от другой ввиду значительного усиления кровотока в постишемическом периоде. Время восстановления усилившегося кровотока к своему исходному значению отражает функциональное состояние резистивных артерий кисти руки. Индекс резистентности математически рассчитывается с помощью следующего соотношения:

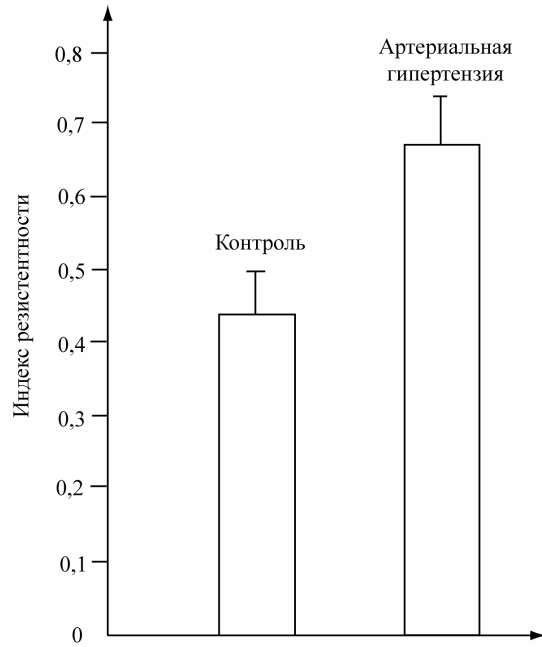


Рис. 3. Индекс резистентности ($M \pm \delta$) у группы здоровых испытуемых ($n=25$) и у больных артериальной гипертензией ($n=25$) ($P < 0,001$).

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sum V_{1i}}{\sum V_{2i}}, \quad (1)$$

где S_1 – площадь, ограниченная кривой кровотока при нормальных (фоновых) условиях и нулевой линией; S_2 – площадь, ограниченная кривой кровотока в постишемическом периоде и нулевой линией, V_{1i} – скорость фонового кровотока в исследуемой артерии в точке i , которая принимает дискретные значения на протяжении времени t_1 , V_{2i} – скорость кровотока в исследуемой артерии во время постишемической гиперемии в точке i , которая принимает дискретные значения на протяжении времени t_2 . Эти математические расчеты производились при помощи специального пакета программ системы текстурного анализа *TAS-plas* фирмы *Leitz* (Германия).

С помощью этой методики была найдена величина сопротивления в резистивных артериях кисти руки человека у здоровых испытуемых, т. е. средняя арифметическая величина индекса резистентности у соответствующих пациентов. В дальнейшем эта величина использовалась как контрольный параметр ($n = 25$) у здоровых испытуемых среднего возраста 35 ± 8 лет, у которых средний индекс резистентности составлял $0,43 \pm 0,082$. Среди рассмотренных в данной работе патологий были больные с болезнью Рейно ($n=45$, со средним возрастом 24 ± 12 лет и средним индексом резистентности $0,82 \pm 0,041$) (рис. 2). Кроме того, была изучена группа больных с артериальной гипертензией ($n=25$), средний возраст которых составлял 45 ± 3 лет и которые имели средний индекс резистентности, равный $0,67 \pm 0,09$ (рис. 3). Наконец, была исследована группа больных второго типа сахарного диабета ($n=65$), имевших средний возраст 65 ± 14 лет и средний индекс резистентности, равный $0,55 \pm 0,079$ (рис. 4).

Согласно полученным данным видно, что при такой сосудистой патологии, как болезнь Рейно, индекс резистентности намного превышал тот же индекс в контрольной группе. Это соответствует данным, рассматриваемым в работах, касающихся патогенеза этого заболевания [1, 2]. По опубликованным данным тонус резистивных артерий, исследуемый другими методами при той же патологии, бывает выше, чем в

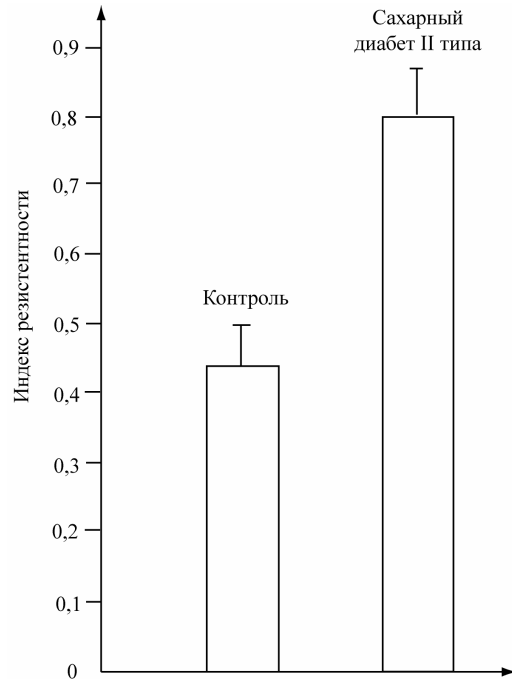


Рис. 4. Индекс резистентности ($M\pm\delta$) у группы здоровых испытуемых ($n=25$) и у больных сахарным диабетом II типа ($n=65$) ($P<0,001$)

нормальных условиях [4, 6, 8], и это свидетельствует о надежности метода, предлагаемого в данной работе.

При артериальной гипертензии индекс резистентности у исследуемых больных возрастал на 50 % по сравнению со здоровыми испытуемыми. Это подтверждает значительное повышение тонуса их сосудистых стенок наряду с гемореологическими изменениями при артериальной гипертензии [3, 5, 7]. При сахарном диабете второго типа было также выявлено повышение индекса резистентности артерий по сравнению с тем же показателем в контрольной группе испытуемых, что свидетельствует об изменении функционального состояния резистивных артерий как в кисти руки, так и в других органах, которое в свою очередь может быть связано с циркуляторными осложнениями при диабете (ангиопатии, инфаркты миокарда, поражения сетчатки глаза и т. д). Исходя из всего сказанного, исследование резистивных артерий, определяющих кровоснабжение всех органов и тканей, может иметь немаловажное значение с точки зрения диагностики соответствующих патологий и для своевременной оценки кровоснабжения органов у больных.

Продолжающиеся исследования в том же направлении могут позволить лучше понять патогенез разных видов патологий в системе кровообращения, а также использовать эту методику для изучения других заболеваний, связанных с нарушением функции резистивных артерий.

Список литературы

1. Грицюк А. Клиническая ангиология. Киев: Здоровье, 1988.
2. Bedarida G.V., Kim D., Blaschke T.F., Hofman B.B. Venodilatation in Raynaud's disease // Lancet. 1993. V. 342. P. 1451-1454.
3. Folkov B. Physiological aspect of primary hypertension // Physiol. Rev. 1982. V.62. P. 347-504.
4. Mchedlishvili G., Mantkava M., Pargalava N. Arteriolar resistance and hemorheological disorders related to Raynaud's phenomenon // Microvascular Research. 2001.V. 62. P. 190-195.
5. Mulvany M.Y., Aalkjjer C., Heagerty A., Nyborg N., Standgaard A. Resistance Arteries, Structure and Function. Amsterdam- New York-Oxford: Excerta Medica, 1991.

6. *Saumet J. L., Kellogg D. L., Taylor W. F., Johnson J. M.* Cutaneous laser-Doppler flowmetry: Influence of underlying muscle blood flow // *J. Physiol.* 1988. V. 65. P. 478-481.
7. *Takeshita A., Mark A.L.* Decreased vasodilator capacity of forearm resistance vessels in borderline hypertension // *J. Hypertension.* 1980. V. 2. P. 610-616.
8. *Webb D.J., Collier H.G., Seidelin P., Struthers A.D.* Regulation of regional vascular tone: The role of angiotensin conversion in human forearm resistance vessels // *J. Hypertension.* 1988. V. 3. P. 57-59.

APPRAISAL OF FUNCTIONAL STATE OF THE HUMAN RESISTANCE ARTERIES

G. Mchedlishvili, M. Mantscava, T. Urdulashvili (Tbilisi, Georgia)

It is notable that the resistance arteries play the leading part in regulation of physiological parameters of the circulation system. It is proposed a new noninvasive method of appraisal of functional state of the human arm resistance arteries. The method is based on research of postischemic hyperemia arising as a result of standard stopping of local blood flow for one minute. The measurement of blood flow velocity in the radial artery of patients is performed by means of ultrasonic device which work is based on Doppler's effect. For determination of functional state of the resistance arteries a new notion of resistance index is introduced. By this parameter the state of resistance arteries of human arm is investigated at different diseases (Raynaud's phenomenon, arterial hypertension, diabetes mellitus, etc.).

Key words: resistance arteries, functional diagnostics, Doppler's effect, resistance index, radial artery.

Получено 23 декабря 2003