

79.Yagihashi S.: Pathology and pathogenetic mechanisms of diabetic neuropathy. Diabetes/Metabolism Reviews 1995; 11;( 3):193-225.  
 80.Veves A., Uccioli L., Manes C. et all: Comparison of risk factors for foot problems in diabetic patients attending teaching hospital outpatient clinics in four differnt European states. Diabetic Medicine, 1994; 11: 709-711.  
 81.Veves A., Sarnow M.R., Giurini J.M., Rosenblum B.I., Lyons T.E., Chrzan J.S., Habershaw G.M., Differences in joint mobility and foot pressures between black and white diabetic patients, Diab Med,1995;12: 585-589.  
 82.Van Damme H, Rorive M, Martens De Noorthout BM et al. Amputations in diabetic patients: a plea for footsparing surgery. Acta Chir Belg 2001; 101 (Supl. 3): 123-9.  
 83.Vincent AM, Brownlee M, Russell JW. Oxidative stress and programmed cell death in diabetic neuropathy. J Ann N Y Acad Sci 2002; 959: 368-83.  
 84.Van Schie C.H.M., Rawat F.,Boulton A "Reduction of Plantar Pressure Using a Prototype Pressure Relieving Dressing". Program and abstractbook of the 4 th international Symposium on the Diabetic foot, 22-24 May 2003, Noordwijkerhout, The Netherlands:125.

85.Wrobel J.S., Mayfield J.A., Reiber G.E., Geographic variation of lower-extremity major amputation in individuals with and without diabetes in the Medicare population, Diabetes Care, 2001; 24, 1-5.  
 86.Williams D.T., Price P, Harding K.G. "An Evaluation of Screening Methods for Arterial Component of Diabetic Foot Disease in the Community". Program and abstractbook of the 4 th international Symposium on the Diabetic foot, 22-24 May 2003, Noordwijkerhout, The Netherlands: 62.  
 87.Zimny S, Dessel F, Ehren M. Early detection of microcirculatory impairment in diabetic patients with foot at risk. Diab Care 2001; 24: 1810-4.  
 88.Zimny S., Schatz H., Pfohl U. " The effectiveness of applied feleated foam on wound healing and healing times in the therapy of neuropathic diabetic foot ulcers". Diabetic Medicine 2003: 20, 622-625.

V.A.Kislyakov

**RISK FACTORS OF COMPLICATIONS OF THE SYNDROME DIABETIC FOOTS**

The Astrakhan State Medical Academy, Astrakhan, Russia

**ABSTRACT:**

Major factors of risk a complications of a syndrome diabetic foos - peripheral polyneuropathy; chronic arterial vasculopathy and the interfaced infringements of venous and lymphatic outflow, and also change of microcirculation and change of cellular activity factors of growth and citokins.; deformations foots; previous ulcers and-or amputations; a trauma; incorrectly picked up footwear; social factors-psychological; a racial accessory. Still such reasons: genetic predisposition; a male; smoking; high level HbA1c; ethnic features; advanced age; chronic kidneys insufficiency; abusing alcohol; chronic hiperglicemya; stress; inadequate or inaccessible medical aid, mycosises stop and others. Additional risk factors: long development of a diabetes, amputations and ulceraition and purulens processes in the anamnesis, power deficiency.

**Keywords:** diabetic foot, risk factors of complications

© Kudryavtseva O., Kudryavtsev A., 2008.

О.А.Кудрявцева, А.И.Кудрявцев

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ СТЕНОЗЕ НА СИСТЕМНУЮ АРТЕРИАЛЬНУЮ ГЕМОДИНАМИКУ**

ММА им. И.М.Сеченова, Москва, Россия

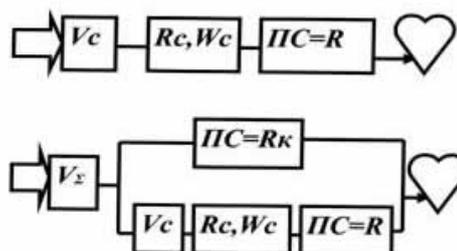
**Реферат:**

На основе данных *in vitro* по гидродинамическим сопротивлениям стеноза предложены зависимости для определения расходов, скоростей и критической степени стеноза. Зависимости учитывают наряду со степенью стеноза - периферическое сопротивление артерии, диаметр артерии, параметры зоны стеноза, соотношение сопротивления коллатерального и стенозированной участка, соотношение сечений сосудов. Полученные результаты позволяют проводить анализ влияния этих факторов на системную гемодинамику артерий.

**Ключевые слова:**

артерии, стеноз, расчет расхода и скорости, критическая степень стеноза

Основной критерий значимости стеноза магистральных артерий (МА) - степень стеноза, но нарушения системной гемодинамики могут быть разными при одинаковой степени стеноза, что связано с влиянием других факторов. Гидродинамические сопротивления (ГС) зоны стеноза, полученные в работе [1] позволяют предложить способ многофакторного анализа. Пусть средний пере-



**Contact Information:**

Dr. Olga Kudryavtseva  
 E-Mail: vakislakov@mail.ru

пад артериального давления ( $AD$ ) равен -  $P$ , средний объемный расход -  $Q$ . При стенозе  $MA$  диаметром  $D$  (верхняя схема) её периферическое сопротивление ( $PC$ ) равно  $R=P/Q$ , увеличивается на величину  $GC$  зоны стеноза равно:

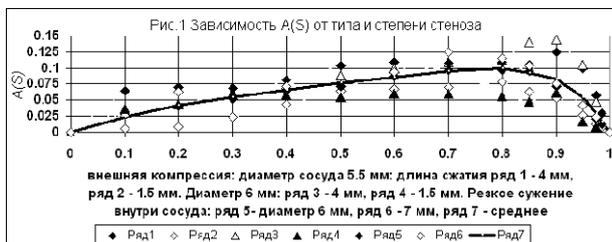
$$Rc = Rl \times \frac{[\varepsilon_{\Delta} + A(S)]}{(1-S)^2}$$

$$Rl = Ro \times (l = 1M)$$

$$Ro = 128 \times \eta / (\pi \times D^4)$$

$$\varepsilon_{\Delta} = \Delta / (l = 1M.)$$

где  $A$  - протяженность стеноза,  $S$  - степень стеноза по площади.  $A(S)$  - коэффициент  $GC$  входа-выхода (дополненные данные [1] для высоких степеней стеноза) даны рис.1.



При неизменном перепаде  $AD$  отношение гемопотоков в артерии при наличии стеноза  $Qc$  и его отсутствии  $Q$  обратно пропорционально отношению сопротивлений и равно:

$$\frac{Qc}{Q} = \frac{R}{(R+Rc)} = \frac{(1-S)^2}{[IC + (1-S)^2]} \quad (1)$$

где  $IC = \frac{\varepsilon_{\Delta} + A(S)}{K}$   $K = R/Rl$

$IC$  - индекс отношения коэффициентов  $GC$  зоны стеноза и  $PC$  русла  $MA$  без стеноза. Одним из критериев степени стеноза служит скорость в зоне стеноза [2,3]. Отношение средних скоростей в зоне стеноза артерии  $\langle w_c \rangle$  и в артерии без стеноза  $\langle w_0 \rangle$  равно:

$$\frac{\langle w_c \rangle}{\langle w_0 \rangle} = \frac{(1-S)}{[IC + (1-S)^2]} \quad (2)$$

Если принять, например по [2]  $\langle w_0 \rangle = \max(V_0) / 1.6$ , уравнение (2) применимо и к отношению максимальных скоростей  $\max(W_c) / \max(V_0)$  в артерии и в зоне стеноза. Величина  $K$  в отсутствии стеноза, определяется через  $Kc$  при наличии стеноза, как:

$$K = Kc - \frac{[\varepsilon_{\Delta} + A(S)]}{(1-S)^2}$$

где  $Kc = \frac{P}{Qc \times Rl}$

При стенозе внутренней сонной артерии ( $BCA$ ) другим критерием является отношение скорости в зоне стеноза  $BCA$  к скорости в общей  $CA$  ( $V_{\Sigma}$ ) при стенозе. В этом случае кровоток (нижняя схема) имеет коллатеральный путь и для неё соответственно:

$$\frac{\langle W_c \rangle}{\langle V_{\Sigma} \rangle} = \frac{Kc}{(Kc + K)} \times \frac{Fo}{Fv} \times \frac{(1-S)}{[IC_{\Sigma} + (1-S)^2]} \quad (3)$$

где  $Kc = Rc/Rl$   $IC_{\Sigma} = \frac{\varepsilon_{\Delta} + A(S)}{K + Kc}$

$Fo, Fv$  - площади сечения  $OCA$  и  $BCA$ . Проанализируем (1),(2) в зависимости от степени стеноза. Для  $BCA$   $R=0.38-0.66$  [мм.рт.ст./(мл/мин)],  $K=6.8-11.8$ , величины  $R$  и  $K$  могут изменяться и более широко (варианты норм и патологий, возрастные изменения и пр.) Характерные значения равны:  $1.IC=0.0006$ ;  $2.IC=0.003$ ;  $3.IC=0.015$ . Расчеты по (1),(2) приведены рис. 2, 3. Увеличение  $GC$  зоны стеноза, при неизменном значении  $PC MA$ , снижает отношения гемопотоков. Повышение  $PC MA$ , при постоянном  $GC$  зоны стеноза, вызывает увеличение скорости в зоне стеноза по сравнению со скоростью в  $MA$  при отсутствии стеноза. Зависимость (3) принципиально не отличается от (2), но имеет больше параметров влияния. Зависимости (1)-(3) согласуются с данными [5,6] *in vivo* связывающими увеличение степени стеноза  $BCA$  с ростом скорости в зоне стеноза и падением кровотока в артерии. Частным случаем (1)-(3) для конкретных параметров  $BCA$  является известная диаграмма (M.P.Spencer, J.M.Reid) [4] зависимости скорости и расхода от степени стеноза полученная численным расчетом сетевой модели русла, аппроксимация диаграммы полиномом 3-й степени с эмпирическими коэффициентами предложена в работе [5]. Полученные зависимости (1)-(3) показывают влияние конкретного ряда факторов на гемодинамику и позволяют объяснить разброс данных разных авторов [3,5], связывающих отношение скоростей только со степенью стеноза. В качестве примера, показывающего преимущества данного метода расчета, проанализируем тот факт, что одна и та же скорость в зоне стеноза (рис.3) соответствует двум значениям степени стеноза (рис.3). До критической степени стеноза -  $S_k$  скорость в зоне стеноза растет, а свыше нее падает.  $S_k$  определяется из уравнения скоростей (2) (при  $S=S_k$  первая производная отношения скоростей по  $S$  равна нулю, величина  $IC$  при дифференцировании считается постоянной и затем уточняется по  $S$  в равенствах (4),(5) путем итеративных приближений), выражение для  $S_k$  имеет вид:

$$S_k = 1 - \sqrt{IC} \quad (4)$$

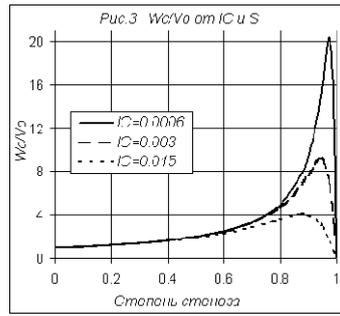
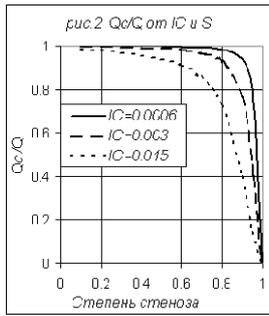
Выражение для максимального отношения скоростей при  $S_k$  имеет вид :

$$\max \left[ \frac{\max(W_c)}{\max(V_0)} \right] \cong \max \left[ \frac{\langle W_c \rangle}{\langle V_0 \rangle} \right] = \frac{1}{2 \times \sqrt{IC}} \quad (5)$$

Для схемы с коллатеральным кровотоком  $S_k$  для зависимости (3) определяется по (4) (при этом  $IC=IC_{\Sigma}$ ), а выражение для максимального отношения скоростей имеет вид:

$$\max \left[ \frac{\langle W_c \rangle}{\langle V_{\Sigma} \rangle} \right] = \frac{Kc}{Kc + K} \times \frac{Fo}{Fv} \times \frac{1}{2 \times \sqrt{IC_{\Sigma}}} \quad (5a)$$

В (1)-(5a) указана степень стеноза по площади, обычно используется, более просто определяемая, степень стеноза по наименьшему линейному размеру сосуда -  $S_d$ , которая хотя и является надежным показателем степени



|                |             |            |            |
|----------------|-------------|------------|------------|
| Таблица 2      | $S = 0.945$ | $S = 0.90$ | $S = 0.8$  |
| После операции | 365 мл/мин  | 322 мл/мин | 270 мл/мин |

стеноза по площади [6], но отличается от нее численно. Неоднозначный характер их соотношения связан с множественностью конфигураций стеноза *in vivo*, не позволяющей установить точную зависимость между ними. Для осесимметричного стеноза, когда сужение в просвете представляет круглое отверстие величина

$$Sd = 1 - \sqrt{(1 - S)}$$

Для примера в таблице 1 даны  $S_k$ ,  $S_{dk}$  и  $MAX\{Wc\}/(Vo)$  в зависимости от величины  $IC$ , определенные по (4),(5). Отметим, что линейный стеноз  $Sd$  в 70% и более, являющийся показателем к операции (даже при бессимптомном течении), находится в диапазоне критической степени стеноза  $S_{dk}$ , которую можно рассматривать как индикатор к операции.

|                      |            |           |           |          |           |
|----------------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Табл. 1              | $IC=.0006$ | $IC=.003$ | $IC=.005$ | $IC=.01$ | $IC=.015$ |
| $S_k$ по площади     | 0.976      | 0.945     | 0.93      | 0.90     | 0.88      |
| $S_{dk}$ по диаметру | 0.843      | 0.766     | 0.734     | 0.684    | 0.65      |
| $MAX\{Wc\}/(Vo)$     | 20.4       | 9.1       | 7.1       | 5.0      | 4.1       |

Равенство (1) позволяет оценить эффективность операции, по устранению стеноза сравнивая потоки до и после операции. Рассчитаем поток после операции, если до операции:  $Qc=250$  мл/мин;  $AD=100$  мм.рт.ст.,  $\eta_{отн}=4.5$ ,  $\epsilon_{\Delta} = 0$ ,  $\theta = 6.2$  мм., величина  $A(S)$  принята по рис.1. Расчет по (1) для разной степени стеноза приведен в таблице 2.

Полученные соотношения дают возможность понять влияние на системную артериальную гемодинамику различных факторов, проводить детальный анализ и определять критические параметры при стенозе магистральных артерий.

**Литература**

1. Кудрявцева О.А., Кудрявцев А.И. Гемодинамические коэффициенты сопротивления для расчета стеноза сосуда при ламинарном режиме течения». Bulletin of the International Scientific Surgical Association, vol.3, N1, 2008, p.65-66
2. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. «Церебральное кровообращение и артериальное давление» М., Реальное время, 2004, 304 с.
3. K.A. Filis et al. "Duplex ultrasound criteria for defining the severity of carotid stenosis" Ann Vasc Surg 2002; 16: 413-421.
4. Джеймс Ф. Тул «Сосудистые заболевания головного мозга» М., ГЭОТАР-Медиа, 2007, -608с.
5. A.V.Alexandrov et al. "Correlation of peak systolic velocity and angiographic measurement of carotid stenosis revisited" Stroke. 1997; 28:339-342.
6. E.S.Barlett et al. "Correlation of Carotid stenosis diameter and cross-sectional areas with CT Angiography" AJNR, 27; 638-42, Mar 2006.

**O.Kudryavtseva, A.Kudryavtsev**

**INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS OF STENOSIS ON ARTERIAL SYSTEM HEMODYNAMICS**

*MMA named of I.M.Sechenov, Moscow, Russia*

**ABSTRACT:**

*On the basis of the data in vitro on fluid resistance of a stenosis equations for definition of flow, velocities and the critical degree of a stenosis are offered. Equations take into consideration along with degree of stenosis - peripheral resistance; diameter of artery; parametres of stenosis; ratio of fluid resistance for stenotic and collateral parts of the arterial tree; ratio lumen vessels. The impact analysis of these factors on system hemodynamics of arteries allows to conduct the received results.*

**Keywords:** *arteries, stenosis, calculations of flow and velocities, critical degree of stenosis*

© Minaeva N.K., 2008.

**Н.К.Минаева**

**БОЛЕЗНИ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У СЕВЕРЯН ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА**

*Коми филиал Кировской государственной медицинской академии, Сыктывкар, Россия*

**Реферат:**

*В статье представлен анализ обследования и лечения 177 пожилых северян с заболеваниями артерий нижних конечностей по специально разработанной карте исследования. В структуре болезней артерий нижних конечностей облитерирующий атеросклероз составил 82,5%. У 49,3% больных была выявлена дислипидемия. Консервативное лечение получали 70,6% больных, оперированы 29,4%. Удалось сохранить кровообращение в нижних конечностях 92,7% больным. Представлены объемы и этапы консервативного и оперативного лечения.*

**Ключевые слова:** *болезни артерий нижних конечностей, пожилые жители Севера*