

# **Сравнительное исследование скорости распространения пульсовой волны и эндотелиальной функции у здоровых и пациентов с сердечно-сосудистой патологией**

Гурфинкель Ю.И., Каце Н.В., Парфенова Л.М., Иванова И.Ю., Орлов В.А.

Центральная клиническая больница № 1 ОАО «РЖД»

Скорость распространения пульсовой волны (СРПВ) является независимым предиктором ИБС и инсультов у практически здоровых людей – к таким выводам пришла группа исследователей [1], наблюдавших в рамках Роттердамского исследования 2835 практически здоровых людей. Представление о том, что плотность артерий зависит исключительно от структурных компонентов, таких как эластин и коллаген, а также от уровня давления наполнения сосуда в последние десятилетия подвергнуто серьезному пересмотру. Сейчас установлено, что гладкие мышцы принимают активное участие в изменении сосудистого тонуса, а количество местных производных и циркулирующих факторов, включая оксид нитрита, эндотелин-1 и натрийуретические пептиды вносят свой вклад в кратковременную функциональную регуляцию плотности крупных артерий [2].

В настоящее время дисфункцию эндотелия определяют как нарушение равновесия вазодилатирующих и вазоконстрикторных медиаторов, вырабатываемых клетками эндотелия или реализующих свое действие на их поверхности [3]. В частности, эндотелиальная дисфункция характеризуется нарушением синтеза NO или увеличением его разрушения. Возможными негативными последствиями этого процесса являются вазоконстрикция, агрегация тромбоцитов, адгезия лейкоцитов и пролиферация гладкомышечных клеток [4-6]. В результате уменьшается кровоснабжение, как отдельных органов, так и всего организма, как следствие, возникают поражения органов-мишеней [7-9]. Ряд

авторов [10-13] указывает на ЭФ, как на ранний индикатор патологии как сосудов, так и почек. Исследуя большую когорту амбулаторных больных с АГ, находившуюся под наблюдением 16 лет, Stéphane Laurent и соавт., (2001) [14] выявили прямую зависимость между уровнем плотности артерий и смертностью от сердечно-сосудистой патологии. При ишемической болезни сердца (ИБС) и артериальной гипертензии (АГ) происходит снижение податливости и увеличение жесткости стенок артерий [15]. Ряд исследователей рассматривает увеличение СРПВ как признак субклинического коронарного атеросклероза и считает обоснованным использовать этот признак как независимый фактор риска ИБС, обнаружение которого особенно важно для пациентов, у которых заболевание протекает бессимптомно [2,16-19]. В то же время остается неясным как соотносятся линейная скорость кровотока и СРПВ в крупных артериях мышечного типа. В доступной литературе публикаций на эту тему обнаружить не удалось.

Целью исследования явилось выявление взаимосвязи СРПВ, ЭФ, определяемых с помощью новой неинвазивной технологии в сравнении с классическим ультразвуковым методом определения ЭФ у здоровых людей и пациентов с ИБС и с АГ. Помимо этого мы поставили себе целью параллельное исследование комплекса интима-медиа (КИМ) в зоне бифуркации сонных артерий, что, по мнению ряда авторов, служит достоверным признаком степени выраженности атеросклероза крупных артерий [20-22].

#### **Пациенты и методы.**

**Пациенты.** Всего обследовано 44 человека, включая контрольную группу, состоящую из двух подгрупп практически здоровых лиц, не имеющих сердечно-сосудистой патологии. Первые подгруппу составили лица в возрасте до 39 лет включительно ( $31 \pm 5,6$ ), вторую - в возрасте старше 40 лет ( $52 \pm 8,3$ ). В группу пациентов с ИБС вошло 10 человек, средний возраст составил  $60 \pm 15,1$  лет. В

исследование были включены пациенты со стабильной стенокардией с доказанным поражением коронарных артерий и/или с инфарктом миокарда в анамнезе. Диагноз верифицирован на основании данных анамнеза, ЭКГ, ЭхоКГ, велоэргометрии, коронарографии. В этой группе у семи пациентов в анамнезе был инфаркт миокарда. У двух человек диагностирован сахарный диабет, тип 2. Группу пациентов с АГ составили 14 человек от 45 до 75 лет ( $56 \pm 10$ ).

Пациентам и добровольцам помимо рутинных исследований, проводилась эхокардиографическое исследование («Acuson» 128XP/10) в М- и В- режимах. Ультразвуковое сканирование сонных артерий (СА) выполнялось в В-режиме с цветным доплеровским картированием потока линейным датчиком 7,5 МГц, «Acuson» 128XP/10. Определялась толщина КИМ, общей сонной артерии на расстоянии 1 см от ее бифуркации [23]. Измерение СРПВ, ЭФ, артериального давления проводилось до и после пробы с реактивной гиперемией аппаратом «ТОНОКАРД» [24]. Его конструктивной особенностью является использование специально разработанных высокочувствительных датчиков, располагаемых в проекции плечевой артерии и артерий запястья (лучевой и локтевой). Участие оператора сводится к минимуму. После того, как датчики, соединенные с манжетами, закреплены на руке, в компьютер вводится точно измеренное расстояние между ними (L). Время ( $\Delta t$ ), за которое пульсовая волна проходит эти расстояния, определяется автоматически. СРПВ определяется как отношение  $L/\Delta t$ . Измерение СРПВ проводилось в утренние часы с 9:30 до 11:00 в положении сидя до утреннего приема лекарственных препаратов в течение 60-90 сек. После чего проводилась трехминутная проба с пережатием плечевой артерии. До и после пробы автоматически производился замер амплитуды пульсовой волны на запястье всегда через равный интервал. Изменение амплитуды выражалось в процентах. Одновременно проводился замер изменения СРПВ до и после пробы с гиперемией.

Результат в процентах относительно исходного также автоматически записывался в электронный протокол. Измерение артериального давления производилось трехкратно на другой руке через 15-20 сек после пробы с гиперемией. Для сравнения использовался классический метод определения ЭФ с помощью пробы реактивной гиперемии [25]. Изменения диаметра правой плечевой артерии оценивались с помощью линейного датчика 7,5 МГц с фазированной решеткой ультразвуковой системы “Acuson 128 X P10” (США). Исследование проводилось в триплексном режиме (В-режим, цветное доплеровское картирование потока, спектральный анализ доплеровского сдвига частот). Диаметр артерии измеряли на фиксированном расстоянии от анатомических маркеров с помощью измерителей ультразвукового прибора. Изменения диаметра сосудов после реактивной гиперемии оценивали в процентном отношении к исходной величине. Нормальной реакцией плечевой артерии принято считать ее дилатацию на фоне реактивной гиперемии более чем на 10% от исходного диаметра [25]. Меньшее значение дилатации или вазоконстрикцию расценивали как патологическую реакцию. Вычислялся также индекс скоростных соотношений (Исс), выявляющий зависимость между СРПВ и линейной скоростью кровотока, которую измеряли до проведения пробы с реактивной гиперемией описанным выше ультразвуковым методом. Таким образом, Исс определялся как соотношение СРПВ к линейной скорости кровотока.

Все больные давали письменное информированное согласие на участие в исследовании, Протокол исследования был одобрен этическим комитетом Центральной клинической больницы № 1 ОАО РЖД.

Исследование статистической достоверности проводилось с использованием пакета программ SPSS по U-тесту Манна-Уитни. При сравнении результатов исследования по группам достоверными считались различия, где  $p < 0,05$ . Данные в

таблицах представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее,  $m$  – стандартное отклонение.

### **Результаты исследования.**

Показатель СРПВ у здоровых добровольцев первой подгруппы составил  $7,3 \pm 1,3$  м/с, у здоровых добровольцев второй подгруппы  $7,3 \pm 0,8$  м/с, у пациентов с ИБС  $10,3 \pm 2,5$  м/с, у пациентов с АГ –  $10,4 \pm 2,2$  м/с.

Результаты исследования линейной скорости кровотока, выполненные с помощью ультразвуковой доплерографии в В–режиме, составили у здоровых до 39 лет  $0,65 \pm 0,25$  м/с, у здоровых старше 40 лет  $0,6 \pm 0,19$  м/с, у пациентов с ИБС  $0,65 \pm 0,43$  м/с, у пациентов с артериальной гипертензией –  $0,63 \pm 0,25$  м/с (табл. 1).

Соотношение СРПВ и скорости линейного кровотока (Исс - индекс скоростных соотношений), зарегистрированной с помощью доплерографии, существенно (статистически достоверно,  $p < 0.05$ ) различается в разных группах обследованных (табл. 2). Если в группе здоровых добровольцев до 39 лет Исс составил 11,1, в группе здоровых добровольцев старше 40 лет 12,1, то у пациентов с АГ - 16,3, а у пациентов группы ИБС – 15,8 4. ЭФ в контрольной группе здоровых до 39 лет составила  $74,6 \pm 39,2$  %, в старшей группе здоровых  $62,6 \pm 40,7$  %, в группе пациентов с АГ -  $39,1 \pm 25,6$  %, в группе пациентов с ИБС-  $32,4 \pm 16,5$  %. Диаметр плечевой артерии до измерения СРПВ в контрольной группе здоровых добровольцев до 39 лет составил  $0,35 \pm 0,06$  см, в группе здоровых добровольцев старше 40 лет  $0,37 \pm 0,08$  см. Диаметр плечевой артерии в группе пациентов с АГ составил  $0,44 \pm 0,09$  см. В группе пациентов с ИБС диаметр плечевой артерии составил  $0,41 \pm 0,05$  см.

Систолическое артериальное давление (САД) в контрольной группе здоровых добровольцев до 39 лет было равно  $114,3 \pm 11,2$  мм рт. ст., в группе здоровых добровольцев старше 40 лет  $120,7 \pm 8,8$  мм рт. ст. Диастолическое артериальное

давление (ДАД) в контрольной группе здоровых добровольцев до 39 лет было равно  $71,1 \pm 10,4$  мм рт. ст., в группе здоровых добровольцев старше 40 лет  $69,9 \pm 6,7$  мм рт. ст. САД в группе пациентов с АГ составило  $144,0 \pm 15,9$  мм рт. ст., ДАД –  $88,5 \pm 11,7$  мм рт. ст. САД в группе пациентов с ИБС было равно  $131 \pm 21,9$  мм рт. ст., ДАД –  $75,3 \pm 14,3$  мм рт. ст.

Фракция выброса (ФВ) контрольной группе здоровых добровольцев до 39 лет равнялась  $64,2 \pm 8,3$  %, в группе здоровых добровольцев старше 40 лет составила  $60,4 \pm 8,1$  %, в группе пациентов с АГ –  $58,8 \pm 6,6$  %, в группе пациентов с ИБС –  $55 \pm 5,3$  %.

Диаметр аорты (Да) в контрольной группе здоровых добровольцев до 39 лет составил  $0,35 \pm 0,06$  см, в группе здоровых добровольцев старше 40 лет  $0,37 \pm 0,08$  см, в группе пациентов с АГ  $0,44 \pm 0,09$  см, в группе пациентов с ИБС –  $0,41 \pm 0,05$  см. КИМ в контрольной группе здоровых добровольцев до 39 лет был равен  $0,75 \pm 0,09$ , в группе здоровых добровольцев старше 40 лет  $0,98 \pm 0,17$ , в группе пациентов с АГ и пациентов с ИБС  $1,33 \pm 0,6$  и  $1,39 \pm 0,5$  соответственно.

В таблице приводятся результаты сравнения одних и тех же показателей между группой здоровых добровольцев и группами пациентов с АГ и ИБС. Как видно из приведенных в таблице результатов, статистически значимыми в обеих группах сравнения оказались значения СРПВ, ЭФ, Да, ФВ.

### **Обсуждение результатов**

Как отмечает Рашмер (1981) [26] СРПВ на порядок выше скорости кровотока в крупных артериях. Полученные нами результаты параллельных исследований СРПВ и линейной скорости кровотока, выполненных с помощью ультразвуковой доплерографии, показали статистически значимые различия Исс для групп здоровых добровольцев, пациентов с ИБС и пациентов АГ. Так, если в группе здоровых добровольцев до 39 лет Исс составил 11,1, здоровых

добровольцев старше 40 лет 12,1, в группах пациентов с ИБС и пациентов с АГ эти показатели составили соответственно 15,8 ( $p < 0.05$ ) и 16,3 ( $p < 0.005$ ). Как мы полагаем, это соотношение отражает потребность *vasa vasorum* сосудистой стенки в доставке кислорода и питательных веществ, обеспечивающих ее нормальную трофику необходимую для транспортировки крови и поддержания нормального уровня оксида азота и других релаксирующих веществ в крови. Можно предположить, что повышение СРПВ это компенсаторная реакция организма в ответ на повышение АД. Достоверное увеличение диаметров плечевых артерий у пациентов ИБС, вероятно, результат ремоделирования сосудов в ответ с одной стороны на снижение сердечного выброса с другой стороны на ухудшение реологических свойств крови, характерное для обоих видов исследованной патологии

Как показали прямые измерения плотности артерий James J. Oliver; David J. Webb (2003) [18] изменение диаметра артерий мышечного типа, включая плечевую и радиальную артерии, связано с давлением их растяжения. ДАД в значительной степени определяется периферическим артериальным сопротивлением и повышается у людей достигших среднего возраста, затем имеет тенденцию к снижению. Напротив, САД влияло больше на жесткость крупных артерий. Хотя на ДАД традиционно фокусировались при лечении АГ, за последние годы САД стал признанным более значимым фактором риска ИБС у людей старшей возрастной группы (свыше 60 лет).

Известно, что эндотелиальные клетки чувствительны к скорости течения крови. Напряжение сдвига вызывает деформацию клеток эндотелия. Эту деформацию воспринимают чувствительные к растяжению ионные каналы эндотелия, что приводит к увеличению содержания  $Ca^{2+}$  в цитоплазме и увеличению продукции NO [27-28]. В атеросклеротически измененных сосудах регуляция

функции эндотелия нарушена [29], что подтверждается результатами нашего исследования. При этом статистически значимо снижается выработка NO синтетазы [30].

По литературным данным нарушение ЭФ регистрировалось у пациентов, не только страдающих атеросклерозом, но и имеющих лишь факторы риска его развития [31]. Возможно, именно это обуславливает статистически значимое снижение ЭФ по сравнению с группой здоровых добровольцев, установленное в нашем исследовании не только у пациентов с ИБС, но и у пациентов с АГ. Можно предположить, что это связано с ухудшением трофики сосудистой стенки вследствие ее повышенной ригидности. Косвенным доказательством этому может служить увеличение КИМ, диагностированном у наших пациентов обеих групп, что, как установлено в ряде исследований [23, 32] отражает степень выраженности атеросклеротических изменений крупных артерий и значимо коррелирует с ЭФ, определяемой в плечевой артерии классическим ультразвуковым методом.

В последние годы серьезное внимание уделяется прогностической значимости ЭФ, которая, по мнению ряда исследователей, ассоциируется с кардиоваскулярным риском. Потокзависимая вазодилатация и ЭФ, определяемая в плечевой артерии, признана как независимый прогностический фактор сердечно-сосудистых событий [33-35].

Исследования Асмара, 1999 [15] выявили тесную корреляционную связь между СРПВ в аорте и в артериях мышечного типа (плечевая, бедренная). Несмотря на то, что в периферических артериях изменения менее выражены, чем в аорте, тем не менее, полученные результаты многолетних исследований по его данным указывают на то, что неинвазивное исследование СРПВ в периферических артериях эквивалентно значению СРПВ в аорте, особенно у пациентов старше 60 лет.



Полученные нами данные по СРПВ на артериях руки дают основание для выявления степени риска ИБС и контроля терапии направленной на снижение этого риска с минимальными затратами времени, что позволяет осуществлять масштабный скрининг в амбулаторных условиях с целью выявления групп населения или работающих сотрудников компаний с высоким риском потенциально неблагоприятных сердечно-сосудистых событий для своевременного лечения и профилактики .

Авторы выражают благодарность компании Актуальные медицинские диагностические технологии (АМДТ), предоставившей аппаратно-программный комплекс «Тонокард» для проведения исследований, а также Кузнецову М.И., выполнившему математическую обработку полученных в ходе исследования данных.

### *Литература*

1. Francesco U.S. Mattace-Raso et al. Arterial Stiffness and Risk of Coronary Heart Disease and Stroke, The Rotterdam Study. *Circulation*. 2006;113:657-663.
2. Wilkinson I. B and Carmel M McEniery Arterial stiffness, endothelial function and novel pharmacological approaches. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, Volume 31, Issue 11, pp 795 – 799, 2004
3. Brunner, H; Cockcroft, JR; Deanfield, J, et al. Endothelial function and dysfunction. Part II: Association with cardiovascular risk factors and diseases. A statement by the Working Group on Endothelins and Endothelial Factors of the European Society of Hypertension. *J Hypertens*. 2005;23:233–46
4. Першуков И. В., Самко А. Н., Павлов Н. А., Левицкий И. В., Саютина Е. В., Соболева Г.Н., Карпов Ю.А. Состояние эндотелийзависимой и эндотелийнезависимой функций неизмененных и малоизмененных коронарных

- артерий у больных с болевым синдромом в грудной клетке. Кардиология, N 1-2000, стр. 13-19.
5. Anggard, E. Nitric oxide: mediator, murderer, and medicine. *Lancet*, 1994;343:1199–206.
  6. Klahr, S. The role of nitric oxide in hypertension and renal disease progression. *Nephrol Dial Transplant*. 2001;16(Suppl 1):60–2
  7. Schachinger, V; Britten, MB; Zeiher, AM. Prognostic impact of coronary vasodilator dysfunction on adverse long-term outcome of coronary heart disease. *Circulation*. 2000;101:1899–906.
  8. Heitzer, T; Schlinzig, T; Krohn, K, et al. Endothelial dysfunction, oxidative stress, and risk of cardiovascular events in patients with coronary artery disease. *Circulation*. 2001;104:2673–8.
  9. Perticone, F; Ceravolo, R; Pujia, A, et al. Prognostic significance of endothelial dysfunction in hypertensive patients. *Circulation*. 2001;104:191–6.
  10. Panza, JA; Quyyumi, AA; Brush, JE, Jr., et al. Abnormal endothelium-dependent vascular relaxation in patients with essential hypertension. *N Engl J Med*. 1990;323:22–7
  11. McAllister, AS; Atkinson, AB; Johnston, GD, et al. Basal nitric oxide production is impaired in offspring of patients with essential hypertension. *Clin Sci (Lond)*. 1999;97:141–7
  12. Raptis, AE; Viberti, G. Pathogenesis of diabetic nephropathy. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2001;109(Suppl 2):S424–37
  13. Annuk, M; Zilmer, M; Fellström, B. Endothelium-dependent vasodilation and oxidative stress in chronic renal failure: Impact on cardiovascular disease. *Kidney Int*. 2003;63(Suppl 84):S50–3.

14. Laurent S.; Boutouyrie P.; Asmar R.; Gautier I.; Laloux B.; Guize L.; Ducimetiere P.; Athanase Benetos Aortic Stiffness Is an Independent Predictor of All-Cause and Cardiovascular Mortality in Hypertensive Patients. *Hypertension*, 2001;37:1236-1241
15. Asmar R. Arterial stiffness and pulse wave velocity, clinical applications. Elsevier publishing house, 1999, 170 p.
16. Arnett DK, Evans GW, Riley WA. Arterial stiffness: a new cardiovascular risk factor? *Am J Epidemiol* 1994 Oct 15 ; 140(8) : 669-82
17. Blacher J, Benetos A, Kirzin JM, Malmejac A, Guize L, Safar ME. Relation of plasma total homocysteine to cardiovascular mortality in a French population. *Am J Cardiol* 2002;90:591–5
18. Oliver J. J.; David J. Webb Noninvasive Assessment of Arterial Stiffness and Risk of Atherosclerotic Events *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 2003;23:554-5668.
19. Kullo I. J., and Malik A. R., MD Arterial Ultrasonography and Tonometry as Adjuncts to Cardiovascular Risk Stratification *J Am Coll Cardiol*, 2007; 49:1413-1426, doi:10.1016/j.jacc.2006.11.039
20. Heiss G, Sharett AR, Barnes R, Chambless LE, Szklo M, Alzola C, for the ARIC Investigators. Carotid atherosclerosis measured by B-mode ultrasound in populations: associations with cardiovascular risk factors in the ARIC study. *Am J Epidemiol*. 1991;134:250–256
21. Petra C. G. Simons, Ale Algra, Michiel L. Bots, Diederick E. Grobbee, Yolanda van der Graaf, Common Carotid Intima-Media Thickness and Arterial Stiffness. *Circulation*. 1999;100:951- 957
22. Amato, Montorsi P., Ravani A., Oldani E., Galli S., Ravagnani P. M., Tremoli E. and Baldassarre D.\*Carotid intima-media thickness by B-mode ultrasound as surrogate of coronary atherosclerosis: correlation with quantitative coronary angiography and

- coronary intravascular ultrasound findings. *European Heart Journal* 2007 28(17):2094-2101
23. Хофер М. Цветовая дуплексная сонография. Практическое руководство., - М.;Мед.лит., 2007, с. 21-22.
  24. Патент на «Устройство для определения параметров сердечно-сосудистой системы» № 2343826 от 06.06.2007.
  25. Celermajer, DS; Sorensen, KE; Gooch, VM, et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet*. 1992;340:1111–15.
  26. Рашмер Р.Ф. Динамика сердечно-сосудистой системы. Пер. с англ. - М.Медицина,1981, с.200-210.
  27. Cooke, J.P.; Rossitch, E., JR; Andon, N.A.; Loscalzo, J.; Dzau, V.J. Flow activates an endothelial potassium channel to release an endogenous nitrovasodilator. *J. Clin. Invest.* 1991;88:1663–1671.
  28. Lansman, JB; Hallam, TJ; Rink, TJ. Single stretch-activated ion channels in vascular endothelial cells as mechanotransducers? *Nature*. 1987 Feb 26-Mar 4;325(6107):811-3.
  29. Зотова И.В., Затейщиков Д.А., Сидоренко Б.А. Синтез оксида азота и развитие атеросклероза. *Кардиология*, N 4, 2002, с.58-67.
  30. Gilligan D.M., Panza J.A., Kilcoyne C.M. et al. Contribution of endothelium-derived nitric oxide to exercise-induced vasodilation. *Circulation* 1994; 90: 2853-2858.
  31. Reddy K.G., Nair R.N., Sheehan H.M., Hodgson J.M. Evidence that selective endothelial dysfunction may occur in the absence of angiographic or ultrasound atherosclerosis in patients with risk factors for atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23(4): 833-843.

32. Hashimoto M.; Eto M.; Akishita M.; Kozaki K.; Ako J.; Iijima K.; Kim S.; Toba K.; Yoshizumi M.; Ouchi Y. Correlation Between Flow-Mediated Vasodilatation of the Brachial Artery and Intima-Media Thickness in the Carotid Artery in Men. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 1999;19:2795.
33. Anderson T. J., Prognostic Significance of Brachial Flow-Mediated Vasodilation. *Circulation*. 2007;115:2373-2375
34. Yeboah J., Crouse J. R., Hsu Fang-Chi, Burke G. L., Herrington D. M. Brachial Flow-Mediated Dilation Predicts Incident Cardiovascular Events in Older Adults, *Circulation*. 2007;115:2390-2397.
35. Juonala M., Viikari J. S.A., Laitinen T., Marniemi J., Helenius H., Rönnemaa T., Raitakari O. T.. Interrelations Between Brachial Endothelial Function and Carotid Intima-Media Thickness in Young Adults *Circulation*. 2004;110:2918-2923

**Таблица 1. Результаты исследований у здоровых и пациентов**

Показатель	Здоровые (n= 20)		Пациенты (n= 24)	
	до 39 лет включительно	старше 40 лет	Артериальная гипертензия	ИБС
Количество	10	10	14	10
Средний возраст, годы	31±5	52±8	56±10	60±15
СРПВ м/с	7,3±1,3	7,3±0,8	10,4±2,2	10,3±2,5
Исс, условные единицы	11,1	12,1	16,3	15,8
Диаметр плечевой артерии, см	0,35	0,37	0,44	0,41
Диаметр аорты, см	3	3,1	3,3	3,7
Функция эндотелия, %	74,6	62,6	39,1	32,4
Фракция выброса, %	64,2	60,4	58,8	55
Комплекс интима-медиа, мм	0,75	0,9	1,33	1,39
САД, мм рт. ст.	114,3	120,7	144	131
ДАД, мм рт. ст.	71,1	69,9	88,5	75,3

*Примечание.* СРПВ – скорость распространения пульсовой волны, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление

**Таблица 2. Сравнительная характеристика СРПВ, линейной скорости и Исс в группах здоровых и пациентов**

Показатель	Здоровые до 39 лет	Здоровые старше 40 лет	Пациенты с АГ	Пациенты с ИБС
СРПВ м/с	7,3±1,3	7,3±0,8	10,4 ± 2,2*	10,3 ± 2,5*
Линейная скорость м/с	0,65 ± 0,25	0,60 ± 0,19	0,63 ± 0,25	0,65 ± 0,43
Исс	11,1	12,1	16,3**	15,8*

*Примечание.* СРПВ - скорость распространения пульсовой волны; Исс - индекс скоростных соотношений, выявляющий зависимость между СРПВ и линейной скоростью кровотока; (\*) -  $p < 0,05$  относительно здоровых старшей группы, (\*\*) -  $p < 0,005$  относительно здоровых старшей группы.

**Таблица 3. Результаты сравнения показателей между группой здоровых добровольцев старше 40 лет и группой пациентов с артериальной гипертензией**

Параметр	Здоровые старше 40 лет		АГ		p
	Ср.знач	Ст.откл	Ср.зн	Ст.откл	
Д плеч. арт., см	0,37	0,08	0,44	0,09	0,042
СРПВ, м/с	7,3	0,8	10,4	2,2	<0,001
КИМ мм	0,98	0,1	1,3	0,6	0,108
САД, мм рт. ст.	120,7	8,8	144,0	15,9	<0,001
ДАД, мм рт. ст.	69,9	6,7	88,5	11,7	<0,001
ФВ, %	60,4	8,1	58,8	6,6	0,666
Диаметр аорты, см	3,1	0,4	3,3	0,5	0,172
ЭФ в %	62,6	40,7	39,1	25,6	0,159

**Таблица 4. Результаты сравнения показателей между группой здоровых добровольцев старше 40 лет и группой пациентов с ИБС.**

Параметр	Здоровые старше 40 лет		ИБС		p
	Ср.знач	Ст.откл	Ср.знач	Ст.откл	
Дплеч. арт., см	0,37	0,08	0,41	0,05	0,122
СРПВ, м/с	7,3	0,8	10,3	2,5	<0,001
КИМ мм	0,98	0,17	1,3	0,5	0,003
САД, мм рт. ст.	120,7	8,8	131	21,9	0,436
ДАД, мм рт. ст.	69,9	6,7	75,3	14,3	0,315
ФВ, %	60,4	8,1	55,0	5,3	0,105
Диаметр аорты, см	3,1	0,4	3,7	0,3	0,002
ЭФ, %	62,6	40,7	32,4	16,5	0,05

*Примечание для Табл.3 и 4.* Ср. знач. - среднее значение; ст. откл. - стандартное отклонение; Д плеч. арт.-диаметр плечевой артерии; СРПВ - скорость распространения пульсовой волны; КИМ - комплекс интима-медиа; САД - систолическое артериальное давление; ДАД - диастолическое артериальное давление; ЭФ - эндотелиальная функция; ИБС - ишемическая болезнь сердца; АГ - артериальная гипертензия.