

cular resistance in patients with arterial hypertension // in young patients with arterial hypertension. Arterial Russian Medical Journal. – 2009. – № 3. – P. 9-14. Hypertension. – 2005. – Vol. 11, № 1. – P. 17-20.

11. Strozhakov G.S., Vereschagina U.B., Chervyakova A.M., et al. Arterial wall elasticity assessment

**Координаты для связи с авторами:** Давидович Илья Михайлович – д-р мед. наук, профессор кафедры факультетской терапии ДВГМУ, тел. 8-(4212)-38-38-06, e-mail: ilyadavid@rambler.ru; Процык Оксана Михайловна – врач отделения функциональной диагностики КБГУЗ «Консультативно-диагностический центр» МЗ Хабаровского края «Вивея» тел. 8-(4212)-45-15-40, e-mail: oksana19750708@yandex.ru.



УДК 616.379–008.64:612.015.32:616.13]:001.8

Е. В. Бандурко<sup>2</sup>, Р. В. Захаренко<sup>1</sup>, В. Н. Исакова, О. Г. Гарбузова<sup>2</sup>, Е. В. Климова<sup>2</sup>

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТИ СОСУДОВ У БОЛЬНЫХ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА И РАННИМИ НАРУШЕНИЯМИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА ПО ДАННЫМ НЕИНВАЗИВНОЙ АРТЕРИОГРАФИИ

<sup>1</sup>Дальневосточный государственный медицинский университет, 680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-32-63-93, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru;  
<sup>2</sup>Медицинский центр «Прима Медика», ул. Амурский бульвар, 57, тел. 8-(4212)-79-40-68, г. Хабаровск

### Резюме

Цель исследования – оценить и сравнить параметры жесткости сосудов у больных с нарушением углеводного обмена в зависимости от степени нарушения и состояния компенсации. Обследовано 100 пациентов с нарушением углеводного обмена (51 – с СД 2-го типа и 49 – с ранними нарушениями углеводного обмена) в возрасте от 35 до 55 лет. Всем обследуемым проводили лабораторные исследования (определение уровня гликемии, гликированного гемоглобина) и выполняли артериографию. У большинства пациентов с нарушением углеводного обмена (55 %) отмечается повышение сосудистой жесткости. Скорости распространения пульсовой волны у пациентов с ранними нарушениями углеводного обмена и СД 2-го типа не имели достоверного отличия (10,32±0,28 м/с и 10,95±0,34 м/с соответственно). У пациентов с гликированным гемоглобином >7 % отмечается достоверное увеличение скорости распространения пульсовой волны – 12,42±0,45 м/с. Нарушение углеводного обмена и состояние компенсации влияют на жесткость сосудов.

*Ключевые слова:* сахарный диабет, артериография, скорость пульсовой волны, гликированный гемоглобин.

E. V. Bandurko<sup>2</sup>, R. V. Zackarenko<sup>1</sup>, V. N. Isakova<sup>1</sup>, O. G. Garbuzova<sup>2</sup>, E. V. Klimova<sup>2</sup>

## COMPARATIVE EVALUATION OF VASCULAR STIFFNESS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS (TYPE 2) AND EARLY CARBOHYDRATE METABOLISM DISORDERS ACCORDING TO NON-INVASIVE ARTERIOGRAPHY

<sup>1</sup>Far Eastern State Medical University;  
<sup>2</sup>The medical centre «Prima Medica», Khabarovsk

### Summary

The aim of the study is to evaluate and compare the vascular stiffness in patients with carbohydrate metabolism disorders depending on the degree of disorders and the state of compensation.

100 patients with carbohydrate metabolism disorders (51 – with diabetes mellitus (type 2) and 49 – with early carbohydrate metabolism disorders (aged 35-55) were examined. All patients were subjected to the laboratory tests (the determination of blood glucose level, glycosylated hemoglobin) and arteriography.

Most patients with carbohydrate metabolism disorders (55 %) have an increase of vascular stiffness. The speed of pulse wave propagation in patients with early carbohydrate metabolism disorders and diabetes mellitus (type 2) did not demonstrate vivid differences (10,32±0,28 m/s and 10,95±0,34 m/s accordingly). Patients with glycosylated hemoglobin >7 % have significant increase of the pulse wave speed – 12,45±0,45 m/s. Carbohydrate metabolism disorder and the state of compensation affect vascular stiffness.

*Key words:* diabetes mellitus, arteriography, pulse wave speed, glycosylated hemoglobin.

Большинство факторов риска (ФР) развития сердечно-сосудистых осложнений (ССО) реализуют свое действие через изменение свойств сосудистой стенки. Увеличение жесткости артерий коррелирует с возрастом, повышением уровня ЛПНП, снижением уровня ЛПВП, повышением уровня инсулина и глюкозы в плазме крови, выраженностью абдоминального ожирения, эндотелиальной дисфункцией [1, 2, 4, 5, 7, 8].

У пациентов с СД 2-го типа вероятность развития ССО в 4–6 раз превышает таковую у больных с тем же набором ФР без диабета. В результате наблюдений выявлена высокая достоверная связь скорости пульсовой волны (СПВ) со смертностью не только у пациентов с СД, но и с нарушением толерантности к глюкозе [4].

При оценке индивидуального прогноза для конкретного пациента бывает сложно вычленить влияние тех или иных ФР, степень их значимости в отдельности. В связи с этим жесткость артерий может быть интегральным фактором сердечно-сосудистого риска, а также рассматриваться как независимый фактор риска развития сердечно-сосудистых осложнений, так как не у всех пациентов с острой сердечно-сосудистой патологией выявляются повышение артериального давления и дислипидемия [9, 6]. Кроме того, литературные данные свидетельствуют о том, что снижение ригидности артерий – самостоятельный процесс, не строго зависящий от нормализации уровня АД и липидного спектра [3].

Большинство современных методов оценки структурно-функционального состояния сосудов предполагают наличие сложной, стационарной аппаратуры, специально обученного персонала, и, следовательно, имеют высокую стоимость.

В этой связи особенно привлекателен новый метод оценки артериальной ригидности с использованием артериографа [10] – неинвазивный, доступный по цене, легко воспроизводимый в амбулаторных условиях, в том числе при массовых профилактических осмотрах. С помощью артериографа, в течение двух минут можно определить ряд гемодинамических параметров, таких как:

- скорость пульсовой волны в аорте (PWV);
- индекс аугментации (AIx).

СПВ отражает артериальную ригидность, эластические свойства стенки аорты. Индекс аугментации (ИА) характеризует сосудистое сопротивление, эндотелиальную функцию.

Артериографическое исследование позволяет уточнить степень структурно-функциональных изменений сосудов. Важным моментом является возможность выявления сосудистых изменений на ранних стадиях заболевания или даже доклинической стадии у лиц с отсутствием симптомов ССЗ, но имеющих те или иные признаки МС. Этот метод позволяет определять необходимость и объем лечебных мероприятий и контролировать их эффективность по артериографическим параметрам.

*Цель работы* – оценить и сравнить параметры жесткости сосудов у больных с сахарным диабетом

2-го типа и ранними нарушениями углеводного обмена (нарушение толерантности к глюкозе и нарушение гликемии натощак), а также проследить изменение этих показателей в зависимости от состояния компенсации углеводного обмена.

### Материалы и методы

Обследовано 100 пациентов с нарушением углеводного обмена (51 – с СД 2-го типа и 49 – с ранними нарушениями углеводного обмена) в возрасте от 35 до 55 лет (средний возраст –  $46,77 \pm 0,46$  лет), 50 женщин, 50 мужчин. Средняя продолжительность заболевания составила  $22,26 \pm 1,42$  месяца и была выше в группе лиц с СД ( $30,51 \pm 2,51$  месяцев). В группе пациентов с ранними нарушениями углеводного обмена средняя продолжительность заболевания была  $13,67 \pm 0,9$  месяцев. В соответствии с целями и задачами работы, пациенты с СД 2-го типа были разделены на подгруппы: с удовлетворительной компенсацией углеводного обмена ( $HbA1c < 7\%$ ) ( $n=31$ ) и плохой компенсацией ( $HbA1c > 7\%$ ) ( $n=20$ ).

Контрольную группу составили 50 здоровых человек, без ФР сердечно-сосудистых заболеваний, сопоставимых по возрасту и полу. Определялось наличие дополнительных ФР ССО: избыточная масса тела, увеличение объема талии, состояние компенсации (оценивалось по гликированному гемоглобину). Всем больным выполнена артериография посредством артериографа «Tensio Clinic» (Tensio Med, Венгрия, 2005). Оценивали параметры жесткости сосудов по показателям СПВ в аорте (PWV) и нормированного по ЧСС ИА пульсовой волны (AIx 80).

Обработка и анализ данных проводились на персональном компьютере IBM PC при помощи программы Microsoft Excel с использованием рекомендуемых статистических методик с помощью прикладных статистических пакетов Statsoft Statistica V.6. Из полученных при помощи компьютерной обработки статистических данных были составлены специальные разработочные таблицы с последующим преобразованием в аналитические.

После составления таблиц был проведен расчет относительных (интенсивные и экстенсивные коэффициенты) и средних величин. Для расчета средних ошибок показателей и средних величин, а также средних квадратических отклонений использовались стандартные статистические методы. Оценка достоверности различий показателей проводилась с помощью коэффициента достоверности Стьюдента –  $t$ . В случае, когда полученная величина  $t$  была больше 2, различия между средними показателями считались существенными (достоверными) с вероятностью ошибочности этого заявления менее 5% ( $p < 0,05$ ). Если  $t > 3,3$ , различия считались еще более существенными ( $p < 0,001$ ). Недостоверностью различий показателей считалась величина  $t < 2$  ( $p > 0,05$ ).

### Результаты и обсуждение

Результаты обследования пациентов (наличие факторов риска и артериографические параметры) представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Факторы риска сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с нарушением углеводного обмена (количественная характеристика)**

Параметры	Все обследованные пациенты с нарушением углеводного обмена, n=100 (ж/м=50/50)
Повышение индекса массы тела	95 (95%)
25–29,9	28 (28%)
30–39,9	55 (55%)
≥40	12 (12%)
Окружность талии > 80/94 см ж/м	100 (100%)
Показатели компенсации	
HbA1c<7%	80 (80%)
HbA1c>7%	20 (20%)

По результатам обследования (табл. 1) у подавляющего большинства больных выявлены повышение ИМТ (95%) и у всех увеличена окружность талии (100%). В состоянии компенсации (HbA1c<7%) находилось 80 (80%) всех больных, а повышение HbA1c>7% было у 20 пациентов, которые страдали СД 2-го типа, что составило 20% всех обследованных. Таким образом, все пациенты имели признаки, характерные для метаболического синдрома (повышенный ИМТ, увеличение окружности талии, нарушение углеводного обмена).

Таблица 2

**Показатели жесткости артерий у пациентов с нарушением углеводного обмена (количественная характеристика)**

Параметры	Все обследованные пациенты (n=100)	Пациенты с ранними нарушениями углеводного обмена (n=49)	Пациенты с СД 2-го типа (n=51)	Группа контроля (n=50)
Повышенная PWV ( $\geq 10 \leq 12$ м/с)	27 (27%)	15 (30,6%)	12 (23,5%)	9 (18%)
Патологическая PWV ( $\geq 12$ м/с)	28 (28%)	9 (18,3%)	19 (37,2%)	0 (0%)
Повышенный AIx ( $\geq -10 \leq 10\%$ )	17 (17%)	9 (18,3%)	8 (15,7%)	6 (12%)
Патологический AIx ( $> 10\%$ )	16 (16%)	10 (20,4%)	6 (11,7%)	1 (2%)
Высокие значения AIx ( $\geq -10\%$ ) и PWV ( $\geq 10$ м/с) одновременно	26 (26%)	14 (28,6%)	12 (23,5%)	3 (6%)
Патологические AIx ( $> 10\%$ ) и PWV ( $> 12$ м/с) одновременно	9 (9%)	4 (8,1%)	5 (9,8%)	0 (0%)

Повышенная PWV ( $\geq 10 < 12$  м/с) определялась у 27 пациентов (27%), патологическая ( $\geq 12$  м/с) – у 28 человек (28%). Наибольшее количество обследованных, имеющих патологическую PWV, определялось в группе пациентов с СД 2-го типа – 19 человек (37,2%). Повышенный AIx ( $\geq -10 \leq 10\%$ ) выявлен у 17 человек (17%), патологический AIx ( $> 10\%$ ) у 16 пациентов (16%). В группе пациентов с ранними нарушениями углеводного обмена отмечено большее количество больных с патологическим AIx – 10 человек (20,4%). Число обследованных, имеющих патологическое значение PWV и AIx одновременно, составило 9 человек (9%) среди всех больных. Количество таких пациентов примерно одинаковое по группам: 4 человека (8,1%) в группе с ранними нарушениями углеводного обмена и 5 человек (9,8%) в группе с СД. Всего об-

следованных с одновременным превышением PWV и AIx выше нормальных значений выявлено 26 человек (26%). Из них 14 человек (28,6%) были из группы с ранними нарушениями углеводного обмена, а 12 человек (23,5%) – из группы пациентов с СД 2-го типа (табл. 2).

Гемодинамические (артериографические) показатели жесткости артерий у пациентов с нарушением углеводного обмена представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Гемодинамические (артериографические) параметры обследованных больных в зависимости от степени нарушения углеводного обмена и состояния компенсации**

Группы пациентов	Параметры	
	PWV, м/с	AIx, %
Все пациенты с нарушением углеводного обмена (n=100)	10,39±0,24*	-22,67±2,45*
Пациенты с ранними нарушениями углеводного обмена (НГН и НТГ) (n=49)	10,32±0,28*	-19,64±3,58*
Пациенты с СД 2-го типа (n=51)	10,95±0,34*	-25,59±3,34*
Пациенты с СД 2-го типа, HbA1c<7% (n=31)	10,08±0,41 **	-24,15±3,89*
Пациенты с СД 2-го типа, HbA1c>7% (n=20)	12,42±0,45**	-28,03±6,17 *
Контрольная группа (n=50)	7,1±0,4*	-39,62±7,3 *

Примечание. \* – различия достоверны в сравнении с группой контроля  $p < 0,05$ ; \*\* – различия достоверны между группами  $p < 0,05$ .

Средние показатели PWV оказались достоверно повышенными по сравнению с контролем для всех групп обследованных пациентов и существенно не отличались у больных с ранними нарушениями углеводного обмена в сравнении с больными СД 2-го типа. Исключение составила группа пациентов с неудовлетворительной компенсацией углеводного обмена (HbA1c>7%), где средние показатели PWV были достоверно выше, чем в группе с хорошей компенсацией и имели значения патологических. Средние значения AIx достоверно отличались от показателей группы контроля, но не достигали значения патологических.

Таким образом, параметры жесткости сосудов могут быть интегральными показателями сочетанного влияния нескольких ФР ССО, так как на практике бывает сложно вычлнить влияние каждого фактора в отдельности, а также оцениваться как самостоятельные неблагоприятные прогностические признаки.

### Выводы

1. У больных среднего возраста с нарушением углеводного обмена (НГН, НТГ и СД 2-го типа) и дополнительными факторами риска сердечно-сосудистых осложнений по данным неинвазивной артериографии выявляется повышенная жесткость сосудов.

2. У пациентов с СД 2-го типа неудовлетворительная компенсация углеводного обмена значительно влияет на повышение скорости пульсовой волны.

3. Оценка жесткости сосудов необходима для стратификации индивидуального риска сердечно-сосудистых осложнений, свойственных СД, определения объема профилактических и лечебных мероприятий.

## Литература

1. Недогода С.В., Чаляби Т.А. Сосудистая жесткость и скорость распространения пульсовой волны: новые факторы риска сердечно-сосудистых осложнений и мишени для фармакотерапии // *Consilium Medicum: Болезни сердца и сосудов*. – 2006. – № 4. – С. 25-29.
2. Никитин Ю.П., Лапицкая И.В. Артериальная жесткость: показатели, методы определения и методологические трудности // *Кардиология*. – 2005. – № 11. – С. 113-120.
3. Олейников В.Э., Матросова И.Б., Борисочева Н.В. Клиническое значение исследования ригидности артериальной стенки. – Ч. 1 // *Кардиология*. – 2009. – № 1. – С. 59-64.
4. Орлова Я.А., Агеев Ф.Т. Жесткость артерий как интегральный показатель сосудистого риска: физиология, методы оценки и медикаментозной коррекции // *Сердце*. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 65-69.
5. Amar J., Chamontin B., Pelissier M., Garelli I., Salvador M. Influence of glucose metabolism on nycthemeral blood pressure variability in hypertensives with an elevated waist-hip ratio. A link with arterial distensibility // *Am. J. Hypertens.* – 1995. – № 8. – P. 426-428.
6. Asmar R., Rudnichi A., Blacher J., et al. Pulse pressure and aortic pulse wave are markers of cardiovascular risk in hypertensive populations // *Am. J. Hypertens.* – 2001. – № 14 (2). – P. 91-97.
7. Asmar R. Pulse wave velocity as endpoint in large-scale intervention trial. The Complior study. Scientific, Quality Control, Coordination and Investigation Committees of the Complior Study // *J. Hypertens.* – 2001. – Vol. 19 (4). – P. 813-818.
8. Sawabe M., Takahashi R., Matsushita S., et al. Aortic pulse wave velocity and the degree of atherosclerosis in the elderly: a pathological study based on 304 autopsy cases // *Atherosclerosis*. – 2005. – № 179 (2). – P. 345-351.
9. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Рекомендации Российского медицинского общества по артериальной гипертонии и Всероссийского научного общества кардиологов // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2008. – № 7. – С. 3-32.
10. Illyes M., Beres J. Apparatus and method for measuring hemodynamic parameters No. WO/2005/077265; International Application No.: PCT/HU 2005/00002; Date: 25.08.2005.

## Literature

1. Negoda S.B., Chalyabi T.A. Vascular stiffness and pulse-wave velocity: new cardiovascular risk factors and targets for pharmacotherapy // *Consilium Medicum: Cardiovascular diseases*. – 2006. – № 4. – P. 25-29.
2. Nikitin U.P., Lapitskaya I.V. Arterial stiffness: values, assessment methods and methodological difficulties. *Cardiology*. – 2005. – № 11. – P. 113-120.
3. Oleynikov V.E., Matrosova I.B., Borisocheva N.V. Clinical significance of arterial wall stiffness study. – Part I // *Cardiology*. – 2009. № 1. – P. 59-64.
4. Orlova Y.A., Ageyev F.T. Arterial stiffness as an integral value of vascular risk: physiology, methods of assessment and medicinal correction // *Heart*. – 2006. – Vol. 5, № 2. – P. 65-69.
5. Amar J., Chamontin B., Pelissier M., Garelli I., Salvador M. Influence of glucose metabolism on nycthemeral blood pressure variability in hypertensives with an elevated waist-hip ratio. A link with arterial distensibility // *Am. J. Hypertens.* – 1995. – № 8. – P. 426-428.
6. Asmar R., Rudnichi A., Blacher J., et al. Pulse pressure and aortic pulse wave are markers of cardiovascular risk in hypertensive populations // *Am. J. Hypertens.* – 2001. – № 14 (2). – P. 91-97.
7. Asmar, R. Pulse wave velocity as endpoint in large-scale intervention trial. The Complior study. Scientific, Quality Control, Coordination and Investigation Committees of the Complior // *J. Hypertens.* – 2001. – Vol. 19 (4). – P. 813-818.
8. Sawabe M, Takahashi R, Matsushita S., et al. Aortic pulse wave velocity and the degree of atherosclerosis in the elderly: a pathological study based on 304 autopsy cases. *Atherosclerosis*. – 2005. – № 179 (2). – P. 345-351.
9. Arterial hypertension diagnosis and treatment. Guidelines of the Russian Medical Society for Arterial Hypertension and the Russian Society of Cardiology // *Cardiovascular therapy and prophylaxis*. – 2008. – № 7 (6 Appendix 2). – P. 3-32.

**Координаты для связи с авторами:** Бандурко Елена Вячеславовна – ассистент кафедры эндокринологии ДВГМУ, врач медицинского центра «Прима Медика», тел. +7-924-206-66-33, e-mail: e.bandurko@mail.ru; Захаренко Раиса Васильевна – д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой эндокринологии ДВГМУ, e-mail: raisa\_46@inbox.ru; Исакова Валерия Николаевна – канд. мед. наук, доцент кафедры терапии и профилактической медицины ФПК и ППС, e-mail: Nekoze\_valeria@mail.ru; Гарбузова Ольга Григорьевна – канд. мед. наук, доцент кафедры терапии и профилактической медицины, директор медицинского центра «Прима Медика», e-mail: Olga\_Garbuzova@mail.ru; Клинкова Елена Викторовна – канд. мед. наук, заместитель директора медицинского центра «Прима Медика», e-mail: elen-klinkov@yandex.ru.

