

УДК 616.12+616.13-07

КИНЕТИКА МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ НА ФОНЕ ФАКТОРОВ РИСКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Ю.В. Шукин, А.А. Гаранин, А.Е. Рябов, А.В. Германов,
ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет»

Шукин Юрий Владимирович – e-mail: samgmu_pt@mail.ru

Исследование посвящено изучению биомеханики магистральных артерий мышечного типа посредством компьютерной сфигмографии у лиц с основными факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний. В исследование включено 130 человек (средний возраст 25 ± 2 года). Все обследуемые разделены на 4 группы: 1-ю группу (контрольную) составили 40 практически здоровых людей, 2-ю – 30 курящих (в среднем 10 сигарет в сутки), 3-ю – 30 пациентов с артериальной гипертензией 1-й степени, 4-ю – 30 больных компенсированным сахарным диабетом 1-го типа. В ходе исследования оценивали скоростные показатели перемещения артериальной стенки и продолжительность фаз сосудистого русла. Анализ параметров кинетики магистральных артерий показал общность количественных и качественных изменений пропульсивной активности сосудистой стенки на фоне изолированных факторов риска. Однако у больных сахарным диабетом 1 типа данные изменения носят более выраженный характер, а у курящих минимальны.

Ключевые слова: биомеханика артерий, компьютерная сфигмография, факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Study investigates the biomechanics of muscular type arteries through a computer sphygmography patients with major risk factors for cardiovascular disease. The study included 130 men (mean age 25 ± 2 years). All respondents are divided into 4 groups: group 1 (control) consisted of 40 healthy people 2 – 30 smokers (mean 10 cigarettes a day), 3 – 30 patients with arterial hypertension, a degree, 4 – 30 patients with compensated type 1 diabetes. The study assessed the speed characteristics of the arterial wall displacement and the duration of the phases of the vascular bed. Analysis of the kinetics parameters of the great arteries showed the common qualitative and quantitative changes in propulsive activity of the vascular wall in the background of isolated risk factors. However, in patients with type 1 diabetes, these changes are more pronounced, and smokers are minimal.

Key words: biomechanics of the arteries, computer sphygmography, risk factors for cardiovascular disease.

Введение

Научной основой предупреждения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), связанных с атеросклерозом, является концепция факторов риска их возникновения.

В настоящее время в кардиологии сложилась точка зрения о едином сердечно-сосудистом континууме, под которым подразумевают непрерывное развитие ССЗ от момента возникновения факторов риска до формирования хронической сердечно-сосудистой недостаточности (Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю. 2002). Значительный вклад в процесс прогрессирования ССЗ могут вносить нарушения биомеханики магистральных артерий [1, 2]. Все это обуславливает актуальность проблемы раннего выявления нарушений пропульсивной способности артериальной стенки с целью прогнозирования и изыскания способов своевременной профилактики сосудистых осложнений.

Цель исследования: установить особенности биомеханики магистральных артерий большого круга кровообращения у лиц с основными факторами риска ССЗ.

Материал и методы

Нами было обследовано 130 человек, в том числе: 40 – некурящих, практически здоровых лиц (группа 1 – контрольная), 30 – курящих (в среднем 10 сигарет в день), без клинических признаков ССЗ (группа 2), 30 – с артериальной гипертензией (АГ) 1-й степени (группа 3), 30 – с компенсированным сахарным диабетом (СД) 1-го типа (группа 4). Средний возраст обследованных составил 25 ± 2 года. В исследование не включались лица с клиническими, лабораторными и инструментальными признаками атеросклероза, аритмий и аневризмами сердца и артерий. Кроме того, исключалось наличие в каждой группе более одного фактора риска ССЗ.

Всем обследуемым регистрировали сфигмограммы (СГ) сонных, локтевых, лучевых, бедренных, задних большеберцовых и дорсальных артерий стопы в покое. В ходе исследования изучались следующие параметры биомеханики сосудистой стенки: длительность фаз (t), средние и экстремальные скорости (v).

Показатели биомеханики артерий изучали в процессе компьютерной обработки. Для определения параметров биомеханики сосудистой стенки был применен способ автоматизированного анализа кривых СГ (В.Н. Фатенков и соавт., 1988 г.). Регистрация СГ осуществлялась по стандартной традиционной методике на уникальном поликардиографе «Элон-2», укомплектованном тензометрическим датчиком. Прибор соединяется кабелем с ЭВМ через универсальный USB 2.0 порт. Внутри аппарата расположен аналого-цифровой преобразователь. Частота дискретизации при записи кривых СГ составила 50 Гц.

Для устранения влияния различного аппаратного усиления сигнала введенные амплитуды СГ программно приводили к единице. Колебания пронормированных амплитуд, вызванные случайными ошибками, сглаживались по методу наименьших квадратов при аппроксимации амплитуд квадратичной параболой, проходящей через пять последовательных точек. По сглаженным значениям амплитуд вычисляли первую и вторую производную кривых СГ.

На основе контурного анализа сфигмограмм сотрудниками кафедры пропедевтической терапии СамГМУ было предложено (В.Н. Фатенков, 2003 г.) выделять систолу – изгнание (отток) ударного объема – и диастолу (приток) в артери-

альном цикле по аналогии с сердечным циклом [3, 4]. Систола артерий состоит (рис.) из фаз эластического компонента оттока (точки 3–4) и мышечного компонента оттока (точки 4–5) (ЭКО и МКО), окклюзии проксимального отдела артерии I (точки 5–6) и II (точки 6–7) (ОПОА I, II), формирования среднего сосудистого давления (точки 7–0) (ФССД). Диастола артерий состоит из антифлатерной (точки 0–1) (АФ), фаз быстрого (точки 1–2) и медленного (точки 2–3) притока (БП, МП).

В автоматизированном режиме выделялись перечисленные выше фазы, границы которых устанавливались по второй производной.

Статистический анализ проводился с использованием критерия Вилкоксона, при помощи программы Statistica 6.0. Достоверными считались различия при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Анализ биомеханики центральных артерий мышечно-эластического типа (a. carotis) показал (таблица 1) увеличение продолжительности фаз АФ и ЭКО в 3-й группе на 17% и 29% соответственно по сравнению с контрольной группой. Нами было отмечено увеличение средней скорости в фазу ОПОА II во 2-й группе по сравнению с контрольной на 24%.

В результате исследования на бедренной артерии обнаружены сходные изменения параметров кинетики артериальной стенки. Длительность фаз изменялась преимущественно в период оттока, наиболее значимо в 3-й и 4-й группах, в сравнении с контрольной. Например, в фазу МКО t увеличилась на 50% в 3-й группе ($p=0,024$). Изменения средней скорости были еще более значительными, например, у обследованных во 2-й группе этот показатель увеличился в фазу БП и МП на 10% ($p=0,015$) и 34% ($p=0,015$) соответственно. В 3-й группе данный показатель снизился в период оттока, в фазу ЭКО и МКО на 21% ($p=0,004$) и 40% ($p=0,034$) соответственно.

Полученные нами данные свидетельствуют о формировании гиперкинетического состояния центрального кровотока, что способствует увеличению постнагрузки на миокард. Причем, на сонных артериях наблюдалась гиперфункция артериальной стенки в систолу в 3-й и 4-й группах в фазы, обусловленные работой мышечного компонента стенки сосуда, а во 2-й группе у обследуемых – нарушение тонуса сосудистой стенки в диастолу. На бедренных артериях изменения биомеханики артериальной стенки были более значимыми и наблюдались в оба периода сосудистого цикла, причем особенно выраженные изменения отмечались у обследуемых 4-й группы в систолические фазы. Результаты изменения центральной гемодинамики коррелируют с данными ряда других авторов [5–12].

Анализ результатов компьютерной СГ периферических артерий мышечного типа выявил следующие особенности:

На a. ulnaris изменения длительности фаз касались в основном обследуемых в 3-й и 4-й группах и наблюдались преимущественно в период оттока. В фазу МКО в 3-й и 4-й группах произошло увеличение t на 25% ($p=0,017$) и 50% ($p=0,011$) соответственно по сравнению с контролем. Продолжительность фазы ФССД в 4-й группе снизилась на 58% ($p=0,028$). Скоростные показатели изменялись на протяжении всего сосудистого цикла, однако наиболее значимые и достоверные изменения наблюдались у обследуемых 4-й группы, у которых в период притока произошло снижение средней скорости в фазу БП на 16% ($p=0,011$).

ТАБЛИЦА 1.
Показатели биомеханики сонных артерий

Группы \ Фазы	АФ	ЭКО	ОПОА II
t (сек.)			
Группа 1	0,06	0,14	0,06
Группа 2	0,06	0,15	0,04
Группа 3	0,07*	0,18*	0,06
Группа 4	0,06	0,18	0,04
v (10⁻⁵ Па/сек.)			
Группа 1	0,865	3,795	1,27
Группа 2	0,755	3,76	1,57*
Группа 3	0,66	3,205	1,055
Группа 4	0,88	3,18	1,09

Условные обозначения: здесь и далее: * - достоверное различие с контрольной группой; t – длительность фаз; v – средняя скорость.

ТАБЛИЦА 2.
Показатели биомеханики лучевых артерий

Группы \ Фазы	ЭКО	МКО	ФССД
t (сек.)			
Группа 1	0,14	0,08	0,13
Группа 2	0,14	0,1	0,1
Группа 3	0,16*	0,08*	0,15*
Группа 4	0,16*	0,08	0,12
v (10⁻⁵ Па/сек.)			
Группа 1	4,14	1,265	0,845
Группа 2	4,53	1,46	0,94
Группа 3	3,295*	1,155	0,635
Группа 4	3,23	1,47	0,9

ТАБЛИЦА 3.
Показатели биомеханики тыльной артерии стопы

Группы \ Фазы	БП	МКО	ОПОА I	ОПОА II	ФССД
t (сек)					
Группа 1	0,04	0,1	0,1	0,08	0,08
Группа 2	0,04	0,14	0,14	0,1	0,06
Группа 3	0,04	0,1	0,08	0,06	0,06
Группа 4	0,04	0,16*	0,06	0,06	0,04
V (10⁻⁵ Па/сек)					
Группа 1	7,22	2,49	0,95	0,82	0,63
Группа 2	7,08	1,78	0,55	0,49	0,37*
Группа 3	7,65	2,25*	0,88*	0,94*	0,79
Группа 4	6,35*	1,8*	0,72	0,32*	0,42

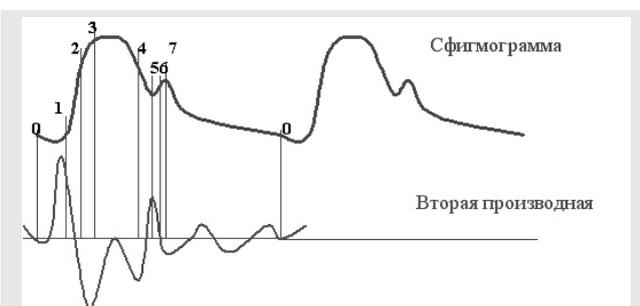


РИС.
Фазовая структура сосудистого цикла.

На a.radialis (таблица 2) произошло увеличение t в 3-й группе в фазы ЭКО и ФССД на 14% и 15% соответственно, в сравнении с контрольной и в 4-й группе на 14% в фазу ЭКО.

Изменение скоростных показателей касалось всех исследуемых групп и наблюдалось практически на протяжении всего сосудистого цикла. Самые значимые количественные нарушения биомеханики артериальной стенки отмечались в группе 3 в период оттока. Так, средняя скорость в фазу ЭКО снизилась на 26% по сравнению с контрольной группой.

На a. tibialis posterior наблюдалось изменение длительности фаз в оба периода сосудистого цикла. Наиболее значимые изменения произошли у обследованных в 4-й группе. Например, продолжительность фаз МП, ОПОА II и ФССД снизилась на 88% (p=0,012), 228% (p=0,012) и 36% (p=0,049) соответственно. Одновременно отмечалось существенное изменение скоростных показателей практически на протяжении всего сосудистого цикла у лиц во всех исследуемых группах, однако наиболее выраженные изменения в период оттока произошли у обследуемых в группах 3 и 4. Так, в 3-й группе наблюдалось снижение средней скорости на 30% в фазу МКО (p=0,049), а в 4-й группе средняя скорость снижалась в фазы ЭКО, ОПОА I и ФССД на 2,5% (p=0,017), 60% (p=0,017) и 270% (p=0,012) соответственно.

На a. dorsalis pedis (таблица 3) наиболее значимые изменения длительности фаз касались периода оттока. Причем у обследуемых во 2-й группе произошло увеличение длительности практически всех систолических фаз, а у обследуемых в 3-й и 4-й группах наблюдалось преимущественное уменьшение их длительности, кроме фазы МКО. Более выраженное изменение продолжительности периода оттока произошло у обследованных в 4-й группе. Например, длительность фазы МКО увеличилась на 60% в сравнении с контрольной группой. Скоростные показатели биомеханики артериальной стенки изменялись еще более значительно. У обследуемых во 2-й группе в фазу ФССД средняя скорость возросла на 25%, у обследуемых в 3-й группе – снижалась на протяжении большинства систолических фаз, в формировании которых принимает активное участие медиа сосудистой стенки. Так, в фазы МКО, ОПОА I, ОПОА II средняя скорость снизилась на 40%, 73% и 67%, соответственно, по сравнению с контрольной группой. У обследуемых в 4-й группе скоростные показатели менялись на протяжении всего сосудистого цикла: в фазы БП, МКО и ОПОА II средняя скорость снизилась на 14%, 38% и 256%, соответственно, по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, на периферических артериях мышечного типа верхних конечностей наблюдается преимущественное увеличение длительности фаз в систолу и снижение скоростных параметров в диастолу, наиболее выраженных при СД и АГ и усиливающихся от периферии к центру. На нижних конечностях, по сравнению с верхними, изменения параметров артериальной стенки были более выраженными, особенно скоростных показателей. Кроме того, более значительно изменялась кинетика сосудистой стенки у обследованных 3-й и 4-й групп, а нарушение биомеханики усугублялось от центра к периферии.

Выводы

1. В группе курящих лиц обнаружена только дистония мышц сосудистой стенки в диастолу, при АГ – снижение диастолического растяжения центральных артерий, а в группе СД – снижение мышечной активности сосудов в систолу.
2. На фоне основных факторов риска происходит преимущественное изменение тех фаз сосудистого цикла,

биомеханика которых обеспечивается процессом активного сокращения и расслабления мышечных волокон.

3. Общим для всех факторов риска (курение, СД, АГ) является усиление нарушений кинетики артериальной стенки от центра к периферии, которые наиболее значительно выражены на нижних конечностях по сравнению с верхними.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.** Фатенков В.Н. Автоматизированная дифференциальная диагностика хронической сердечной недостаточности начальных функциональных классов. / В.Н. Фатенков, О.В. Фатенков // Новые технологии в кардиологии; 2000; Вып. 2; с. 37-41.
- 2.** Фатенков В.Н., Рябов А.Е., Солдатова О.А. Оценка функции артерий при ремоделировании их на фоне хронической сердечной недостаточности// Сборник статей VII Межрегионального кардиологического форума. Нижний Новгород; 2000; с. 34-36.
- 3.** Фатенков В.Н. Новое в фазовой структуре сердечного цикла// Советская медицина 1988; 4; 27-33.
- 4.** Фатенков В.Н., Германов А.В., Бухвалова Л.П. Нетрадиционный анализ сфигмограммы. Тез. докл./Научно-практическая конференция, посвя-

щенная 91-й годовщине со дня рождения профессора С.В. Шестакова; 1994; с. 88-92.

5. Котовская Ю.В., Кобалава Ж.Д. Анализ пульсовой волны: новая жизнь старого метода. Сердце 2007; 6 (3); 35-39.

6. Кочкина М.С., Затеищиков Д.А., Сидоренко Б.А. Измерение жесткости артерий и ее клиническое значение. Кардиология 2005; 45 (1); 63-71.

7. Никитин Ю.П., Лапицкая И.В. Артериальная жесткость: показатели, методы определения и методологические трудности. Кардиология 2005; 45 (11); 113-120.

8. Обрезан А. Г. Особенности периферической гемодинамики при эссенциальной и ренопривной гипертензии // Международные медицинские обзоры 1993; Т. 1; 1; 38-41.

9. Орлова Я.А., Агеев Ф.Т. Жесткость артерий как интегральный показатель сердечно-сосудистого риска: физиология, методы оценки и медикаментозной коррекции. Сердце 2006; 5 (2); 65-69.

10. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. Л; Медицина, Ленинградское отделение; 1974; 307 с.

11. Так называемое периферическое сердце. Вопросы экстракардиального кровообращения/ Под ред. Г.Ф. Ланга. М; Биомедгиз; 1935; 133 с.

12. Яновский М.В. Клинические данные по вопросу о периферическом артериальном сердце. Научн. мед. 1922; (10); 121.