

ЖИРНОВА ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА

**ТКАНЕВОЕ ДОПЛЕРОВСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
АРТЕРИАЛЬНЫХ СОСУДОВ**

14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия

14.03.03 – Патологическая физиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2010

Работа выполнена на кафедре клинической физиологии и функциональной диагностики ГОУ ДПО Российской медицинской академии последипломного образования Росздрава.

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор **Берестень Наталья Федоровна**

доктор медицинских наук, профессор

член-корреспондент РАМН

Ткаченко Сергей Борисович

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор **Абалмасов Владимир Георгиевич**

доктор медицинских наук

Меркулова Дина Мироновна

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет» Минздравсоцразвития РФ

Защита диссертации состоится: «__»_____2010 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д.208.071.05 при ГОУ ДПО «Российской медицинской академии последипломного образования» Росздрава по адресу: 123995, г.Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ГОУ ДПО РМАПО Росздрава по адресу: 125445, г. Москва, ул. Беломорская, д.19.

Автореферат разослан «__»_____2010г.

**Ученый секретарь
диссертационного совета**

Пыков М.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы.

В настоящее время основную проблему для здравоохранения представляют болезни сердечно-сосудистой системы, которые являются ведущей причиной заболеваемости, инвалидизации и смертности взрослого населения. Известно, что в основе большинства сердечно-сосудистых заболеваний лежит атеросклеротическое поражение органов и систем (Г.И.Кунцевич и соавт, 2000, Т.В.Балахонова и соавт., 2002).

Атеросклеротическое поражение артериальных сосудов характеризуется не только структурной перестройкой их стенки и изменением соотношения между её компонентами, но и наличием функциональных изменений в виде нарушения упруго-эластических свойств (J.J Oliver, 2003). Снижение эластичности сосудистой стенки наблюдается не только при атеросклерозе, но и при наличии факторов его риска (артериальная гипертензия, гиперхолестеринемия, сахарный диабет, курение и т.д.) (Г.И.Кунцевич и соавт, 2000, А.В.Врублевский, 2002, Ю.П.Никитин 2002, C.Avgeropoulou et al, 2006, T.D.Karamitsos et al, 2006). Известно, что нарушение эластичности стенок артериальных сосудов - наиболее ранний фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений (S.Laurent et al, 2001, K.S.Cheng et al, 2002). Важнейшими последствиями усиления ригидности сосудистой стенки являются изменение постнагрузки левого желудочка и формирование его гипертрофии, повышение потребности миокарда в кислороде, нарушение коронарной перфузии и распределения субэндокардиального кровотока, что является независимым предиктором риска поражения сердца и развития инфаркта миокарда (Ж.М.Лондон, 2000, А.В.Врублевский, 2002, С.А.Гаман, 2005, О.В.Илюхин и соавт., 2005, D.Vinereanu et al, 2003). В настоящее время в клинической практике придается большое значение изучению физиологии и, в особенности, эластичности сосудистой стенки, а также поиску новых, наиболее точных и простых методов оценки её состояния.

Несмотря на то, что существует несколько методов изучения эластичности артериальных сосудов (оценка скорости пульсовой волны, осциллография, расчет показателей артериальной жесткости и т.д.), все они имеют ограничения в применении и интерпретации, а также подвержены влиянию факторов, ограничивающих их использование в практике (технические характеристики аппаратов, проблемы при определении локального АД, сложность расчетов, влияние сердечного ритма и сокращения сердца на исходные показатели и т.д.).

Современные ультразвуковые технологии, такие как тканевое доплеровское исследование (ТДИ), нашли широкое применение, как в исследовании движения миокарда, так и в оценке состояния сосудистой стенки. Данное направление существенно расширяет представление о демпфирующей функции артериальной стенки. Применение ТДИ движения сосудистой стенки позволяет более детально исследовать локальную эластичность, так как косвенно отражает микро- и макроструктурное состояние любого изучаемого сегмента артериального русла. (Arno Schmidt-Trucksäss et al, 1998, A.Eriksson et al, 2002, V.Kumar, 2003). Использование новых технологий и методов изучения эластичности сосудистой стенки расширяет возможности ранней диагностики артериальной гипертензии, атеросклероза, оценки относительного (биологического) возраста кровеносных сосудов, динамики заболевания и эффекта лекарственной терапии

Цель и задачи исследования:

Целью работы явилось определение возможности тканевого доплеровского исследования в оценке эластических свойств артериальных сосудов у больных с атеросклерозом и факторами его риска.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Разработать критерии нарушения эластичности артериальных сосудов по данным тканевого доплеровского исследования общей сонной и общей бедренной артерий.
2. Определить наиболее значимые признаки нарушения эластичности стенок магистральных артерий при их атеросклеротическом поражении по данным тканевого доплеровского исследования.
3. Сопоставить информативность данных тканевого доплеровского исследования и других методов изучения эластичности артериальных сосудов.
4. Оценить взаимосвязь показателей эластичности сосудистой стенки с типом и параметрами центральной гемодинамики.

Научная новизна.

Впервые в клинических условиях проведен комплексный анализ состояния артериальной стенки у больных с факторами риска и наличием атеросклероза с использованием тканевой ультразвуковой технологии. Методом тканевой доплерографии изучен характер движения стенок общей сонной и общей бедренной артерий, а также определены их временные и скоростные параметры. Установлено, что у больных со сниженной артериальной эластичностью имеет место нарушение спектра движения стенок общей сонной артерии. Определены изменения скоростных и

временных показателей движения стенок общей сонной и общей бедренной артерий при наличии атеросклероза и его факторов риска. Установлена корреляционная зависимость между различными параметрами эхокардиографии, данными тканевого доплеровского исследования движения артериальных стенок и стандартными показателями артериальной эластичности. Впервые проведена оценка взаимосвязи показателей эластичности сосудистой стенки с параметрами и типами центральной гемодинамики.

Практическая значимость работы.

Решаемая в исследовании проблема является научным обоснованием использования тканевой доплерографии как перспективного метода изучения эластичности стенок магистральных артерий, как у здоровых лиц, так и у пациентов с сердечно-сосудистой патологией. Важным в практическом отношении является возможность неинвазивной оценки эластичности артериальных сосудов с помощью данных качественного и количественного анализа спектра движения стенок общей сонной и общей бедренной артерий. Представленный алгоритм проведения методики тканевой доплерографии (ТД) и постобработки тканевого доплеровского исследования (ТДИ) стенок артериальных сосудов, а также алгоритм количественного анализа полученных данных могут широко использоваться в клинической практике для изучения сосудистой эластичности. С помощью метода тканевой доплерографии определены новые ультразвуковые маркеры снижения эластичности стенок общей сонной и общей бедренной артерий и их ориентировочные нормативы. Полученные в работе данные о возможностях тканевой доплерографии и ее роли в изучении эластичности артериальных сосудов могут быть использованы в лекционных курсах на кафедрах ультразвуковой и функциональной диагностики, а также в соответствующих пособиях и руководствах.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Технологии качественного и количественного анализа результатов тканевого доплеровского исследования движения стенок артериальных сосудов являются методами экспертной диагностики их эластичности.
2. В диагностике нарушений артериальной эластичности у больных с атеросклерозом и факторами его риска при ТДИ используется качественный анализ фазовой структуры скоростного спектра, а также данные количественного анализа временных и скоростных показателей разнонаправленных фаз движения артериальных стенок.

3. Наиболее информативными показателями нарушения эластичности артериальных стенок являются скорость и продолжительность антеградной волны движения артериальной стенки, а также время от зубца R на ЭКГ до начала антеградной волны.
4. Скоростные и временные показатели движения артериальных стенок, характеризующие эластические свойства артериальных сосудов, имеют корреляционную взаимосвязь с параметрами ремоделирования левого желудочка – индексом массы миокарда и относительной толщиной стенки левого желудочка.

Практическое внедрение полученных результатов.

Результаты исследования внедрены в практику работы отделения функциональной и ультразвуковой диагностики Центральной Клинической больницы Святителя Алексия Митрополита Московского Московской Патриархии Русской Православной Церкви и городской поликлиники № 42 ЦАО г. Москвы.

Основные положения работы включены в программу лекций и практических занятий для специалистов, проходящих обучение на кафедре клинической физиологии и функциональной диагностики ГОУ ДПО РМАПО Росздрава.

Личный вклад. Автор принимал личное участие в отборе и обследовании больных с атеросклерозом магистральных сосудов и факторами его риска. Автор разработал алгоритм проведения методики тканевой доплерографии (ТД) и постобработки тканевого доплеровского исследования (ТДИ) стенок артериальных сосудов, а также проведения качественного и количественного анализа полученных данных, позволяющий выявить нарушения их эластических свойств. Автор лично выполнил работу по анализу, количественной оценке, систематизации, классификации и статистической обработке полученных данных, а также по оформлению результатов исследования.

Апробация диссертации.

Основные положения и материалы диссертации доложены на Восьмой Всероссийской научно-практической конференции по функциональной диагностике «Технологии функциональной диагностики в современной клинической практике» (Москва, 2007); 15-ой Международной конференции «Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине. Ангиодоп-2008» (Сочи, 2008); Седьмой и Восьмой Международных конференциях «Высокие Медицинские Технологии XXI века» (Испания, Бенидорм, 2008, 2009); 3-ем Всероссийском Национальном конгрессе лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2009» и Международном специализированном форуме, посвященному диагностике заболеваний человека МЕДдиагностика–2009 «Проблемы развития традиционных и новых методов функциональной диагностики» (Москва, 2009) и

на совместной конференции кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики ГОУ ДПО РМАПО, отделения функциональной диагностики Центральной клинической больницы Святителя Алексия Митрополита Московского Московской Патриархии Русской Православной Церкви (Москва, 2009).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 159 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, обсуждения полученных данных, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы. Работа иллюстрирована 30 рисунками, 20 таблицами. Указатель литературы включает 185 источников, из них 90 отечественных и 95 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. В работе были обследованы здоровые лица и пациенты, находившиеся на стационарном лечении с 2007 по 2008 г.г в ГКБ Святителя Алексия МП РПЦ г. Москвы. Всего было обследовано 115 человек, из них 45 человек практически здоровых добровольцев, которые составили контрольную группу - 21 мужчина (47%) и 24 женщины (53%) (средний возраст $55,4 \pm 9,7$ лет). В первую группу вошло 34 человека не имеющих объективных признаков атеросклероза сосудов, но имеющие факторы риска его развития, из них 15 мужчин (44%) и 19 женщин (56%) (средний возраст $57,9 \pm 13,9$ лет). Во вторую группу вошли 36 человек, имеющие признаки атеросклеротического поражения сосудов при дуплексном ультразвуковом исследовании, из них 21 мужчина (58%) и 15 женщин (42%) (средний возраст $58,97 \pm 10,5$ лет). Все группы пациентов были сопоставимы по возрасту и полу. Количество обследованных лиц в группах для статистического анализа было достаточным.

Всем пациентам проводилось стандартное клинико-инструментальное обследование, включающее сбор жалоб, анамнеза, данные физикального обследования, результаты лабораторных тестов (клинический анализ крови и общий анализ мочи, биохимические исследования крови: калий, глюкоза натощак, креатинин, общий холестерин, триглицериды крови), инструментальных методов диагностики (ЭКГ, СМАД и ЭКГ, ФВД, УЗИ мочеполовой системы, М-/В-/Д-ЭхоКГ) и рентгенологических методов (рентгенография грудной клетки и сердца в 2-х проекциях).

У пациентов 1-ой и 2-ой группы учитывались следующие факторы риска развития атеросклероза: факт курения, наличие артериальной гипертензии, ожирения и гиперхолестеринемии. Артериальная гипертензия устанавливалась в соответствии с рекомендациями ЕОАГ-ЕОК (2007). Наличие атеросклероза сосудов устанавливалось по

результатам ультразвукового дуплексного исследования экстракраниальных отделов брахецефальных артерий, брюшного отдела аорты, подвздошных артерий и артерий нижних конечностей.

Критериями исключения из исследования служили: перенесенный инфаркт миокарда, сахарный диабет, тяжелая артериальная гипертензия (выше 210/120 mmHg), выраженные нарушения ритма сердца, включая выраженную синусовую тахикардию и брадикардию, аортальный и митральный стеноз, митральная и аортальная недостаточность с регургитацией 2 и более степени, выраженное нарушение сократительной функции ЛЖ (ФВ менее 50%), выраженная сердечная недостаточность (выше ФК II), выраженный гемодинамически значимый стеноз общей сонной (ОСА) и общей бедренной артерий (ОБА) более 50%, хроническая ишемия нижних конечностей 4 степени, острые артериальные тромбозы, аорто-артериит, облитерирующий эндартериит, венозный тромбоз, тромбоз флебит нижних конечностей.

Трансторакальная ЭхоКГ. Трансторакальная традиционная ЭхоКГ в М-/В- и Д-режимах была выполнена по стандартной методике (Н. Feigenbaum, 1999) на ультразвуковой системе «HDI-5000» (Philips). Всем пациентам стандартно рассчитывались показатели центральной гемодинамики (ЦГД): КДР, КСР (см), ТМЖП_д, ТЗСЛЖ_д (см), КДО, КСО (мл), ФВ (% по Симпсону), индекс относительной толщины стенки – ИОТС (усл.ед.), ММЛЖ (гр) и ИММЛЖ (гр/м²) по программе A-L. Тип геометрии ЛЖ определялся соответственно критериям Ganaou и соавт.(1992).

В качестве критериев при выделении типов ЦГД использовались – ударный индекс (УИ) и удельное периферическое сопротивление за 1 кардиоцикл (УПС1). Были выделены неопределенный, нормо-, гипо- и гиперкинетический типы ЦГД.

Ультразвуковое исследование артериальных сосудов. Ультразвуковое исследование сосудов проводилось в дуплексном и триплексном режимах по стандартной методике на УЗ томографе «HDI-5000» (Philips) с использованием линейного датчика 5,0-8,5-10,0 МГц для брахецефальных артерий и артерий нижних конечностей и датчика с частотой 3,5 МГц для брюшного отдела аорты. Оценивался просвет сосуда, состояние и структура артериальной стенки, рассчитывался процент стеноза сосуда. В доплеровском режиме определялись количественные показатели кровотока: V_{max} – максимальная систолическая (пиковая) скорость кровотока, V_{min} – минимальная диастолическая линейная скорость кровотока, RI – индекс сосудистого сопротивления, PI – индекс пульсации.

Определение толщины комплекса интима-медиа (ТИМ) в дистальном отделе общей сонной (ОСА) и общей бедренной артерий (ОБА) проводилось в В-режиме по

общепринятой методике Pignolli P. (1986). Измерение ТИМ задней стенки ОСА и ОБА проводилось при параллельной записи кривой ЭКГ с помощью специального приложения программы Q-LAB (Philips), позволяющей определять ТИМ с точностью до 0,01 мм. Показатели ТИМ ОСА и ОБА измерялись в конце фазы систолы и диастолы. Используя значения систолической и диастолической ТИМ вычислялся Strain ТИМ ОСА и ОБА, где $\text{Strain ТИМ} = (\text{ТИМ диаст} - \text{ТИМ сист}) / \text{ТИМ диаст}$.

Расчет показателей эластичности артериальных сосудов проводился, используя значения САД и ДАД, ТИМ, диаметра правой ОСА и ОБА в систолу (D_s) и в диастолу (D_d), полученных в М-режиме при параллельной записи ЭКГ с курсором перпендикулярным к стенке сосуда на участке 2-3 см проксимальнее бифуркации. Вычислялись: модуль эластичности Петерсона $E_p = \Delta P \cdot D_d / \Delta D$, mmHg; индекс жесткости (бетта) $\beta = \ln(P_s/P_d) \cdot D_d / (D_s - D_d)$, коэффициент податливости $CC = \pi (D_s^2 - D_d^2) / 4 \Delta P$, mm²mmHg⁻¹; коэффициент растяжимости $DC = (D_s^2 - D_d^2) / D_d^2 \cdot \Delta P$, mmHg⁻¹; модуль Юнга $E_{inc} = \Delta P \cdot D_d / \Delta D \cdot \text{ИМТ}$, mmHg * mm⁻¹; деформация просвета (стрейн диаметра) $LS = \Delta D / D_d \cdot 100$, %, где: ΔP – пульсовое давление, ΔD – показатель абсолютного систоло-диастолического прироста диаметра = ($D_s - D_d$), $\ln$ – натуральный логарифм, P_s – систолическое артериальное давление, P_d – диастолическое артериальное давление, D_s – систолический диаметр, D_d – диастолический диаметр, ИМТ – толщина комплекса интима-медиа (ТИМ) в диастолу.

Методика импульсно-волновой доплерографии (ТД). Анализ движения артериальной стенки проводился с синхронной записью ЭКГ при задержке дыхания пациента на протяжении 5-10 сердечных циклов. Контрольный объем размещался в области передней и задней стенки на участке 2 -3 см проксимальнее бифуркации ОСА и ОБА. Точкой начала отсчета временных фаз считали зубец R-ЭКГ. Проводился анализ следующих параметров ТД передних и задних стенок правых ОСА и ОБА: $V_{s_{\max}}$ (см/с) – максимальная скорость антеградного пика движения стенки в фазу систолы, $V_{d_{\max}}$ (см/с) – максимальная скорость ретроградного пика движения стенки в фазу диастолы, V_s/V_d – показатель отношения скорости антеградного пика к скорости ретроградного, T_{R-V_s} (мс) – время от вершины зубца R-ЭКГ до начала антеградного систолического пика, T_{R-V_d} (мс) – время от вершины зубца R-ЭКГ до начала ретроградного диастолического пика (рис.1.А.Б.). Максимальные систолические и диастолические скорости стенок ОСА и ОБА корректировались к пульсовому давлению и диастолическому диаметру (Steinbach J.C. 2003), в результате чего получали их относительные значения: $V_{s_{\max}rel} = V_{s_{\max}} / (\text{ПД} \cdot D_d) \cdot 10$, относительный показатель систолической скорости; $V_{d_{\max}rel} = V_{d_{\max}} / (\text{ПД} \cdot D_d) \cdot 10$, относительный показатель диастолической скорости.

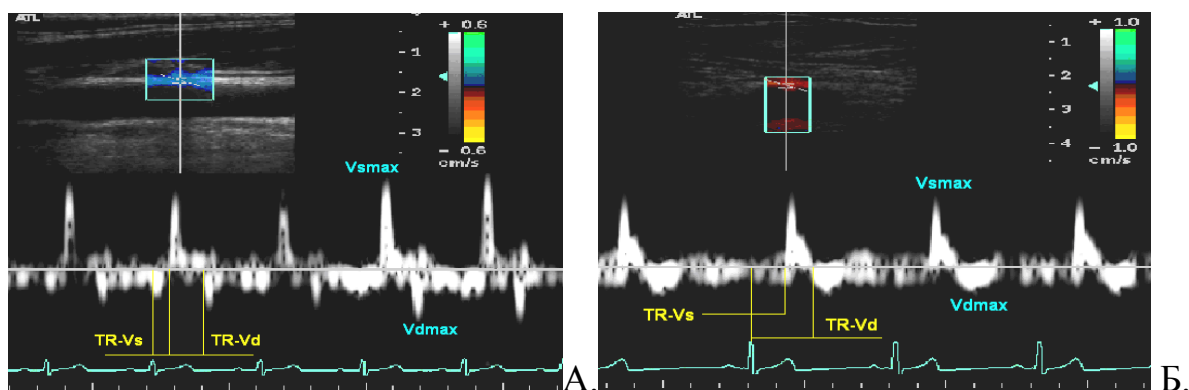


Рис.1. График скорости движения передней стенки ОСА (А) и ОБА (Б) по данным импульсно-волновой тканевой доплерографии (ТД).

Количественный анализ тканевых доплеровских изображений.

Количественный анализ тканевых доплеровских изображений артериальной стенки проводился с помощью программы Q-Lab 3.0 Advanced Ultrasound Quantification software/ (Philips). Анализ проводился отдельно для передней и задней стенки ОСА и ОБА на участке 2-3 см проксимальнее бифуркации. Записанное ультразвуковое видеоизображение содержало тканевые доплеровские скоростные данные. Всего анализу было подвергнуто 460 сегментов: у каждого исследуемого 4 сегмента в режиме средней скорости движения стенки (115×4) (рис.2А).

Анализировались следующие показатели, рассчитанные по графику средней скорости движения артериальной стенки (Рис.2Б): V_{sm} и V_{dm} – пиковая средняя скорость антеградной и ретроградной волны движения артериальной стенки (см/с); V_{sm}/V_{dm} – показатель их отношения; $T_{R-V_{sm}}$ и $T_{R-V_{dm}}$ – время от вершины зубца R-ЭКГ до начала антеградной и ретроградной волны (мс); $T_{V_{sm}}$ и $T_{V_{dm}}$ – продолжительность антеградной систолической и ретроградной диастолической волны движения артериальной стенки (мс); $AT_{V_{sm}}(мс)$ – время ускорения систолического пика; $Acc_{V_{sm}}(см/с^2)$ – ускорение систолического антеградного пика движения артериальной стенки; $V_{sm,rel} = V_{sm}/(ПАД \cdot Dd) \cdot 10^2$ - относительный показатель средней систолической скорости, $V_{dm,rel} = V_{dm}/(ПАД \cdot Dd) \cdot 10^2$ - относительный показатель средней диастолической скорости.

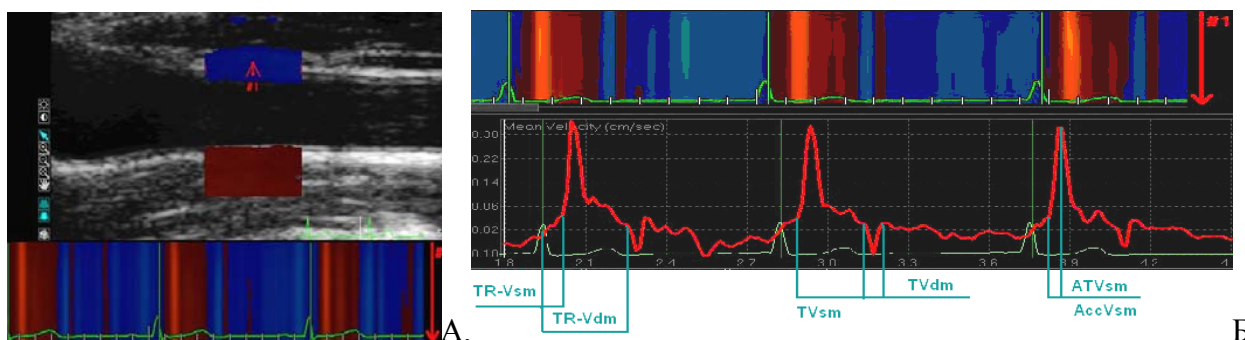


Рис.2. Тканевое доплеровское изображение передней стенки ОСА с цветным М-следом (А); Цветовой М-след и график средней скорости движения передней стенки ОСА (Б).

Количественная оценка скорости распространения пульсовой волны (СРПВ).

СРПВ рассчитывалась по формуле: $СРПВ = ((S1 + S2) - S3) / \Delta t$ (м/с), где S1 – длина нисходящей аорты (от яремной вырезки до пупка), S2 – длина участка от пупка до паховой складки, S3 – длина участка от яремной вырезки до датчика на сонной артерии, $\Delta t = t_1 - t_2$, где t_1 – время (с) от вершины зубца R на ЭКГ до начала систолической волны (V_{sm}) движения передней стенки ОБА на графике средней скорости движения, t_2 – время (с) от вершины зубца R на ЭКГ, до начала систолической волны (V_{sm}) движения передней стенки ОСА на графике средней скорости, как эквивалента центрального пульса.

Статистическая обработка результатов исследования. Полученные данные были подвергнуты математической обработке при помощи пакета программ «SPSS», версия 13. Для выявления различий внутри каждой группы по анализируемым параметрам применялся метод дисперсионного анализа ANOVA, а для выявления различий по ряду параметров в группах использовали метод Post Hoc теста и анализа Шефе. Оценка корреляционных связей между парами количественных признаков осуществлялась с использованием непараметрического коэффициента Спирмана.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Среди факторов риска атеросклероза факт курения был выявлен у 18(53%) человек в 1-ой группе и у 25(69%) человек во 2-ой группе, ожирение – у 13(38%) и 9(25%) человек, соответственно, гиперхолестеринемия – у 4(12%) и 6(17%) человек, соответственно, артериальная гипертензия – у 27(79%) и 33(97%) человек, соответственно. Распределение по типам ЦГД в группах выглядело следующим образом: в контрольной группе 42,2% (19 человек) имели нормокинетический тип ЦГД, 33,3% (15 человек) – гипокинетический тип и 24,5% (11 человек) – гиперкинетический. В 1-ой группе нормокинетический тип выявлен лишь у 22,2% (8 человек), большую долю составил гипокинетический тип ЦГД – 59,3% (20 человек), остальные 11,1% (4 человека) и 7,4% (2 человека) составили гиперкинетический и неопределенный типы ЦГД. Во 2-ой группе у половины пациентов наблюдался гипокинетический тип ЦГД – 50 % (18 человек), треть группы имели нормокинетический тип – 36,1% (13 человек), у 8,3% (3 человека) выявлен гиперкинетический тип и у 5,6% (2 человек) – неопределенный.

1-ая и 2-ая группы пациентов и контрольная группа были сопоставимы по возрастному-половому составу, ЧСС и морфометрическим параметрам. Артериальное давление САД и ДАД не превышали нормальных значений ни в одной из групп. Однако в 1-ой и 2-ой группе значения САД были достоверно выше по сравнению с контрольной и составили, соответственно, $129,9 \pm 17$ мм.рт.ст. в 1-ой группе (при $p < 0,05$), $136,6 \pm 16,8$ мм.рт.ст во 2-ой группе (при $p < 0,001$) и $116,8 \pm 15,3$ мм.рт.ст в контроле. Значения ДАД достоверно

были выше в 1ой группе по сравнению с контролем, составив, соответственно, $73,8 \pm 9,4$ мм.рт.ст в контроле, $80,1 \pm 10,3$ мм.рт.ст в 1-ой группе и $78,8 \pm 9,7$ мм.рт.ст во 2-ой группе (при $p < 0,05$). Значения среднего АД (АДср) были достоверно выше в 1-ой и 2-ой группе по сравнению с контрольной и составили $96,7 \pm 10,3$ мм.рт.ст в 1-ой группе (при $p < 0,05$), $98,03 \pm 9,99$ мм.рт.ст во 2-ой (при $p < 0,001$) и $88,14 \pm 10,8$ мм.рт.ст в контрольной группе. Самый высокий показатель пульсового АД (ПАД) отмечался во 2-ой группе и составил $61,74 \pm 14,5$ мм.рт.ст, который был достоверно выше по сравнению с контрольной ($42,98 \pm 9,8$ мм.рт.ст) (при $p < 0,001$). Значения ПАД 1-ой группы ($50,6 \pm 16,5$ мм.рт.ст.) также были достоверно выше, чем в контрольной (при $p < 0,05$). При анализе параметров, характеризующих гипертрофию миокарда ЛЖ, выявлено, что ММЛЖ и ИММЛЖ в 1-ой и 2-ой группе были достоверно выше, чем в контрольной (при $p < 0,001$). При анализе морфометрических параметров миокарда ЛЖ выявлено, что показатель ремоделирования сердца ИОТС у лиц 1-ой и 2-ой группы значимо превышал его значения в контроле и составил $0,47 \pm 0,12$ в 1-ой группе (при $p < 0,05$), $0,50 \pm 0,09$ во 2-ой группе (при $p < 0,001$) и $0,40 \pm 0,06$ в контроле. Значения МЖП и ЗС левого желудочка в обеих группах также были достоверно выше контроля. При этом значения ММЛЖ, ИММЛЖ, ИОТС, МЖП и ЗСЛЖ между 1-ой и 2-ой группами достоверно не отличались. Анализ параметров глобальной функции ЛЖ, таких как ФВ и УИ, не выявил достоверных отличий между группами. Следовательно, у больных с наличием атеросклероза магистральных артерий и факторов его риска имеется тенденция к развитию концентрического ремоделирования и концентрической гипертрофии ЛЖ. Так, концентрическое ремоделирование было выявлено у 29,4% больных 1-ой группы и у 25% больных 2-ой группы. Концентрическая гипертрофия была выявлена у большинства пациентов 1-ой и 2-ой группы – 38,2% и 58,3%, соответственно.

При ультразвуковом дуплексном сканировании у 21 (58%) больных из 2-ой группы выявлены атеросклеротические поражения в системе брахиоцефальных артерий, из них у 12 (57%) человек имелись атеросклеротические бляшки в области ВСА и бифуркации, у 8 (38%) в области ОСА и бифуркации, у 1(5%) человека сочетанное поражение ОСА и ВСА.

У 29 (80%) больных из 2-ой группы были выявлены атеросклеротические изменения артерий нижних конечностей, из них у 20 (69%) человек имелись изолированные атеросклеротические бляшки в дистальной части ОБА, у 9 (31%) человек диагностировано множественное поражение, при этом стенотический процесс аорто-подвздошного сегмента сочетался с поражением бедренно-подколенного сегмента (у 4 человек-14%) или подколенно-берцового сегмента (у 2 человек-7%), у 2 человек (7%) имелось изолированное поражение бедренно-подколенного сегмента, у 1 человека(3%)

сочетанное поражение бедренно-подколенного и подколенно-берцового сегмента. При этом у 8 (22%) пациентов 2-ой группы при ультразвуковом дуплексном исследовании атеросклеротические бляшки выявлены только в системе брахецефальных артерий, у 16 (43%) больных только в артериях нижних конечностей и у 13 (35%) имелось сочетанное поражение брахецефальных артерий и артерий нижних конечностей. В результате клинического обследования у 27(79%) больных 1-ой группы выявлена артериальная гипертензия. Во 2-ой группе артериальная гипертензия выявлена у 33(97%) человек, у 12(33%) больных - церебро-васкулярная болезнь, у 14(39%) человек – ИБС: стенокардия напряжения, у 9(25%) пациентов – облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей.

Согласно классификации Фонтейна-Покровского, у 9 больных из 2-ой группы с атеросклеротическими поражениями сосудов нижних конечностей были выявлены следующие стадии ХАНК: 1 стадия – у 5 человек (56%), 2А стадия – у 2 человек (22%), 2Б стадия – у 2 человек (22%).

Для оценки диаметра, ТИМ и эластичности ОСА во 2-ую группу с атеросклерозом отбирались только пациенты, имеющие при УЗИ атеросклеротические бляшки в системе БЦА – всего 21 человек (12 мужчин (57%), 9 женщин (43%), средний возраст $56,8 \pm 9,2$ лет). По такому же принципу проводился отбор во 2-ую группу с атеросклерозом для исследования общей бедренной артерии – всего в группу вошли 29 человек, имеющие атеросклеротические изменения артерий нижних конечностей (16 мужчин (55%), 13 женщин (45%), средний возраст $57,5 \pm 8,7$ лет).

Сравнительный анализ показателей диаметра и ТИМ общей сонной и общей бедренной артерий в группах.

В отличие от контроля, у лиц 1-ой группы с факторами риска развития атеросклероза отмечалось увеличение диастолического диаметра ОСА (D_{dia} , мм), а у больных 2-ой группы с наличием атеросклероза - как диастолического, так и систолического диаметра ОСА (D_{sys} , мм), при одновременном снижении абсолютного прироста диаметра ΔD (мм) в обеих группах. Кроме того, для больных 1-ой и 2-ой групп характерно увеличение систолической и диастолической толщины КИМ ОСА, а также снижение $Strain_{ТИМ}$ ОСА (%). Качественное отличие двух групп между собой заключалось в более значительном увеличении D_{sys} и D_{dia} ОСА, а также $ТИМ_{sys}$ и $ТИМ_{dia}$ ОСА у лиц 2-ой группы по сравнению с больными 1-ой группы (табл.1). Для больных с атеросклерозом и риском его развития было характерно увеличение систолической и диастолической толщины КИМ ОБА, а также снижение $Strain_{ТИМ}(\%)$ ОБА (табл.1).

Таблица 1.

Показатели диаметра и ТИМ ОСА ОБА в группах.

Общая сонная артерия			
Показатели	Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 21) M±SD
Dsys, мм	6,4±0,72	6,8±0,96	7,75±1,29**##
Ddia, мм	5,47±0,66	6,2±0,94**	7,0±1,2**#
ΔD, мм	0,92±0,2	0,65±0,17**	0,70±0,22*
ТИМsys, мм	0,46±0,06	0,71±0,17**	0,81±0,16**#
ТИМdia, мм	0,53±0,07	0,77±0,17**	0,88±0,17**#
StrainТИМ, %	14,0±5,5	8,3±2,1**	8,6±3,9**
Общая бедренная артерия			
Показатели	Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 29) M±SD
Dsys, мм	8,02±1,13	8,23±1,58	8,34±1,46
Ddia, мм	7,26±1,08	7,57±1,35	7,65±1,4
ΔD, мм	0,80±0,21	0,66±0,22	0,69±0,25
ТИМsys, мм	0,46±0,07	0,69±0,22**	0,92±0,27**##
ТИМdia, мм	0,51±0,08	0,75±0,24**	0,99±0,27**##
StrainТИМ, %	10,31±3,41	7,4±2,72*	6,92±2,16*

Примечание: ** - достоверность различий ($p < 0,001$), * - ($p < 0,05$) с контрольной группой, ## - p_{2-1} достоверность различий ($p < 0,001$), # - ($p < 0,05$).

У лиц 2-ой группы выявлено более значимое увеличение ТИМsys и ТИМdia ОБА по сравнению с 1-ой группой. При этом значимого изменения диаметра ОБА в обеих группах не отмечалось, имелась тенденция к снижению абсолютного систоло-диастолического прироста диаметра ΔD, однако не достигающая достоверных значений.

Следовательно, по мере прогрессирования атеросклеротического процесса наблюдается увеличение диаметра артерий эластического типа (на примере ОСА) при одновременном снижении его абсолютного систоло-диастолического прироста, а также прогрессирующее утолщение КИМ и снижение StrainТИМ(%) ОСА и ОБА.

Анализ показателей эластичности общей сонной и общей бедренной артерий в группах.

Результаты сравнительного анализа показателей эластичности ОСА и ОБА доказывают, что 1-ая и 2-ая группы отличались от контроля достоверным снижением эластичности и увеличением жесткости стенок, как ОСА, так и ОБА. Однако не все показатели изменялись одинаково достоверно. Коэффициенты DC и CC достоверно снижались, а модуль Ер и индекс β достоверно увеличивались на обеих артериях. В тоже время LS и E_{inc} достоверно увеличивались только у ОСА и не изменялись у ОБА в обеих группах. При этом обе группы между собой по выше перечисленным показателям не отличались (табл.2).

Таблица 2.

Показателей эластичности ОСА и ОБА в группах.

Общая сонная артерия			
Показатели	Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 21) M±SD
LS, %	17,1±4,2	10,8±3,3**	11,2±3,3**
Ер, кПа	265,7±87,7	504,1±178,0**	556,2±152,0**
β, Ед	2,81±0,75	4,84±1,86**	5,34±1,84**
Е _{inc} , Н/м ²	501,2±171,5	648,9±197,0*	657,4±189,7*
DC, %кПа	8,4±3,0	5,0±1,2**	4,07±1,5**
СС, мм ² /кПа	0,21±0,06	0,15±0,05*	0,16±0,08*
Общая бедренная артерия			
Показатели	Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 29) M±SD
LS, %	10,65±3,3	8,68±2,76	8,82±2,78
Ер, кПа	443,83±166,6	765,73±223,2*	740,5±279,42*
β, Ед	4,7±1,59	7,62±2,31*	7,14±2,72*
Е _{inc} , Н/м ²	856,06±284,4	827,39±291,46	802,32±226,88
DC, %кПа	5,1±1,75	2,93±0,97*	3,13±1,04*
СС, мм ² /кПа	0,22±0,07	0,14±0,06*	0,15±0,07*

Примечание: ** - достоверность различий ($p < 0,001$), * - ($p < 0,05$) с контрольной группой, ## - p_{2-1} достоверность различий ($p < 0,001$), # - ($p < 0,05$).

СРПВ на аорте в контрольной группе составила $8,27 \pm 2,44$ м/с, что соответствовало возрастной норме. В 1-ой группе СРПВ была несколько выше ($11,22 \pm 3,14$ м/с), но достоверно не отличалась от контроля и ее значения не выходили за пределы верхней границы нормы (по данным ЕОАГ–ЕОК). Достоверно значимое увеличение СРПВ отмечалось только во 2-ой группе, составив $17,2 \pm 3,3$ м/с, что достоверно выше, чем в контрольной (при $p < 0,001$) и в 1-ой группе (при $p < 0,05$). Следовательно, как при атеросклерозе, так и при наличии факторов его риска отмечается снижение эластичности стенок ОСА и ОБА. В тоже время, достоверное снижение эластичности аорты по данным СРПВ выявляется только в группе с наличием атеросклероза.

Фазовый анализ скоростного спектра движения передней и задней стенки общей сонной артерии. В норме особенностью структуры движения стенок ОСА на кривой ТД и графике средней скорости по данным постобработки ТДИ является разнонаправленность движения передней и задней стенки, с регистрацией фазной структуры, состоящей из последовательной смены высокоскоростной антеградной волны «Vs» в фазу систолы и негативной ретроградной волны «Vd» в фазу диастолы. В норме сразу после ретроградной волны часто регистрировался третий значительно меньший позитивный пик - «Va», представляющий собой дикротическую волну, как указатель отраженной пульсовой волны от периферических артерий и бифуркаций - выявлен у 95% (43 человек) контрольной группы (Рис.3А). По мере снижения эластичности у пациентов

1-ой и 2-ой группы отмечалось исчезновение дикротического пика «Va» и появление дополнительного систолического пика «Vs'» в фазу поздней систолы - у 80% (27 человек) 1-ой группы и 84% (30 человек) 2-ой группы (рис.3Б). Это связано с тем, что в сосудистой системе со сниженной эластичностью прохождение и отражение пульсовой волны происходит быстрее. В результате чего отраженная волна накладывалась на временной профиль в фазу поздней систолы.

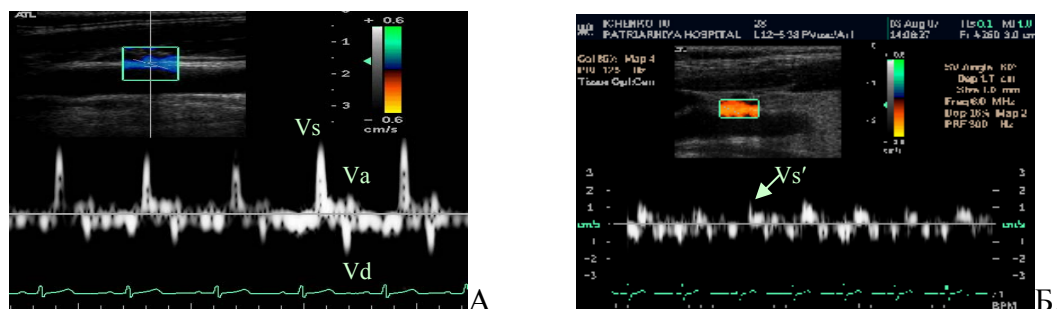


Рис.3. Спектр скорости движения передней стенки ОСА в норме (А). Спектр скорости движения передней стенки ОСА при снижении ее эластичности (Б).

Анализ показателей движения стенок общей сонной артерии по данным ТД.

Проведенный анализ выявил, что для группы с атеросклерозом и факторами его риска характерно достоверное снижение скоростных показателей движения обеих стенок ОСА - $V_{s_{max}}$, $V_{d_{max}}$, и их относительных значений - $V_{s_{max}rel}$ и $V_{d_{max}rel}$ (табл.3).

Таблица 3.

Показателей движения стенок ОСА по данным ТД.

Показатель		Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 21) M±SD
R-R (мсек)		932,39 ±136,03	927,34 ±170,4	985,52 ±147,9
Перед- няя стенка	$V_{s_{max}}$ (см/с)	2,25±0,71	1,64±0,53**	1,63±0,44**
	$V_{d_{max}}$ (см/с)	1,41±0,37	1,16±0,28*	1,14±0,28*
	Vs/Vd (y.ед.)	1,60±0,25	1,42±0,29*	1,43±0,26*
	$V_{s_{max}rel}(c^{-1}mmHg^{-1})$	1,1±0,28	0,66±0,38**	0,41±0,16**#
	$V_{d_{max}rel}(c^{-1}mmHg^{-1})$	0,63±0,18	0,47±0,23*	0,29±0,08**#
	T_{R-Vs} (мс)	0,13±0,02	0,13±0,02	0,13±0,02
	T_{R-Vd} (мс)	0,39±0,03	0,38±0,04	0,41±0,05
Задняя стенка	$V_{s_{max}}$ (см/с)	1,80±0,42	1,29±0,35**	1,39±0,49*
	$V_{d_{max}}$ (см/с)	1,20±0,25	1,01±0,28*	0,95±0,27*
	Vs/Vd (y.ед.)	1,59 ±0,25	1,42 ±0,29*	1,43 ±0,27*
	$V_{s_{max}rel}(c^{-1}mmHg^{-1})$	0,86 ±0,19	0,50 ±0,15**	0,37 ±0,12**#
	$V_{d_{max}rel}(c^{-1}mmHg^{-1})$	0,58 ±0,22	0,40 ±0,13*	0,25 ±0,06*#
	T_{R-Vs} (мс)	0,14±0,02	0,13±0,02	0,14±0,02
	T_{R-Vd} (мс)	0,39±0,03	0,39±0,04	0,40±0,04

Примечание: ** - достоверность различий ($p < 0,001$), * - ($p < 0,05$) с контрольной группой, ## - p_{2-1} достоверность различий ($p < 0,001$), # - ($p < 0,05$).

При этом относительные скоростные показатели $V_{s_{max}rel}$ и $V_{d_{max}rel}$ во 2-ой группе были достоверно ниже, чем в 1-ой. В обеих группах отмечалось снижение отношения

V_s/V_d , что указывает на снижение преимущественно V_s скорости движения стенок, при увеличении её жесткости. При этом по временным показателям достоверных отличий между группами выявлено не было.

Фазовый анализ скоростного спектра движения передней и задней стенки общей бедренной артерии. Для ОБА также было характерно разнонаправленное движение передней и задней стенки, с регистрацией двухфазной структуры, состоящей из последовательной смены волн « V_s » и « V_d » (рис.4). При этом на спектре скорости стенок ОБА второй антеградный пик в фазу диастолы отсутствовал у всех исследуемых лиц. В тоже время на нисходящей части позитивной волны « V_s » регистрировался дополнительный зубец - у 100% (45 человек) контрольной группы, 88 % (30 человек) 1-ой группы, 90% (26 человек) 2-ой группы. Это связано с тем, что прохождение и отражение волны пульса в сосудах нижних конечностей происходит быстрее вследствие их большей жесткости, в результате чего отраженная волна накладывается на профиль скорости стенки ОБА в фазу поздней систолы в виде дополнительного зубца.

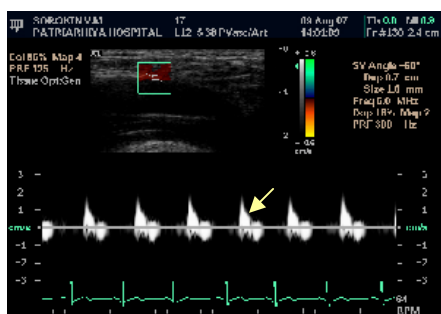


Рис.4. Двухфазная структура движения передней стенки ОБА. Дополнительный зубец на нисходящей части антеградной волны.

Анализ показателей движения стенок общей бедренной артерии по данным ТД. Для 1-ой и 2-ой групп было характерно достоверное снижение преимущественно показателей систолической скорости ($V_{s_{max}}$, $V_{s_{max}rel}$) движения передней и задней стенок ОБА (табл.4). На это же указывает снижение V_s/V_d в обеих группах. В обеих группах показатели $V_{d_{max}}$ имели достоверно более низкие значения по сравнению с контролем только по задней стенке. $V_{d_{max}}$ передней стенки ОБА имела тенденцию к снижению в 1-ой и 2-ой группах по сравнению с контролем, однако не достигала достоверных значений. Во 2-ой группе по сравнению с 1-ой имелась тенденция к снижению относительных скоростных показателей, однако, также не достигающая достоверных значений.

Кроме того, для обеих групп было характерно укорочение времени T_{R-V_s} , T_{R-V_d} , что связано с ускорением прохождения пульсовой волны на аорте со сниженной эластичностью. Достоверных отличий между 1-ой и 2-ой группами по скоростным и временным показателям движения стенок ОБА выявлено не было.

Таблица 4.

Показателей движения передней и задней стенки ОБА по данным ТД.

Показатель		Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 29) M±SD
R-R (мсек)		932,39 ±136,03	927,34 ±170,4	985,52 ±147,9
Перед- няя стенка	Vs _{max} (см/с)	1,68±0,51	1,38±0,40*	1,30±0,22*
	Vd _{max} (см/с)	0,87±0,12	0,80±0,20	0,81±0,15
	Vs/Vd (y.ед.)	1,92±0,47	1,56±0,23**	1,61±0,21*
	Vs _{max} rel(c ⁻¹ mmHg ⁻¹)	0,56±0,19	0,42±0,14*	0,36±0,11*
	Vd _{max} rel(c ⁻¹ mmHg ⁻¹)	0,30±0,10	0,29±0,09	0,22±0,07*
	T _{R-Vs} (с)	0,20±0,01	0,18±0,02*	0,17±0,02**
	T _{R-Vd} (с)	0,44±0,02	0,41±0,02**	0,41±0,04**
Задняя стенка	Vs _{max} (см/с)	1,41±0,34	1,07±0,35*	1,14±0,29*
	Vd _{max} (см/с)	0,83±0,16	0,68±0,12*	0,65±0,15*
	Vs/Vd (y.ед.)	1,75±0,46	1,57±0,44*	1,62±0,47*
	Vs _{max} rel(c ⁻¹ mmHg ⁻¹)	0,49±0,14	0,34±0,11*	0,34±0,09*
	Vd _{max} rel(c ⁻¹ mmHg ⁻¹)	0,27±0,08	0,23±0,06	0,17±0,05*
	T _{R-Vs} (с)	0,21±0,02	0,18±0,03*	0,18±0,02*
	T _{R-Vd} (с)	0,44±0,03	0,41±0,03*	0,41±0,03*

Примечание: ** - достоверность различий ($p < 0,001$), * - ($p < 0,05$) с контрольной группой, ## - p_{2-1} достоверность различий ($p < 0,001$), # - ($p < 0,05$).

Анализ движения стенок общей сонной артерии по данным постобработки ТДИ.

Сравнительный анализ продемонстрировал, что по мере увеличения жесткости стенки ОСА у пациентов 1-ой и 2-ой групп средние показатели скорости движения обеих стенок - Vs_m, Vd_m, и их относительные параметры - Vs_m rel, Vd_m rel, а также ускорение систолической волны Acc_{Vs_m} достоверно снижались по сравнению со здоровой группой (табл.5). Причем, качественное отличие 2-ой группы от 1-ой группы заключалось в достоверно более значимом снижении относительных скоростей движения Vs_m rel и Vd_m rel как передней, так и задней стенки ОСА. Сравнительный анализ не выявил достоверных отличий в группах по временным показателям движения стенок ОСА: T_{R-Vs_m} и T_{R-Vd_m} - времени от з.Р-ЭКГ до начала систолической и диастолической волны (мс), T_{Vd_m} - продолжительности диастолической волны (мс). Однако в 1-ой и 2-ой группах было выявлено достоверное увеличение продолжительности систолической волны T_{Vs_m} по сравнению с контролем. Это связано с тем, что у лиц 1-ой и 2-ой группы с более жесткими артериями обратная пульсовая волна возвращается раньше не в фазу диастолы, как в норме, а в фазу поздней систолы, накладываясь на систолическую волну движения стенки ОСА и, таким образом, увеличивая ее продолжительность.

Анализ движения стенок общей бедренной артерии по данным постобработки ТДИ. Результаты количественного анализа средних скоростных показателей движения передней и задней стенки ОБА выявили аналогичные тенденции, что и на стенках ОСА. По мере увеличения артериальной жесткости средние скоростные показатели движения

Таблица 5.

Скоростные и временные показатели движения передней и задней стенки ОСА.

Показатель		Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 21) M±SD
R-R, мс		920,15±112,08	925,56±127,12	960,11±137,22
Передняя стенка	Vsm (см/с)	0,49±0,19	0,28±0,07**	0,29±0,07**
	Vsm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	2,0±0,67	1,08±0,3**	0,78±0,21**#
	Vdm(см/с)	0,23±0,07	0,11±0,03**	0,11±0,03**
	Vdm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	0,96±0,26	0,49±0,14**	0,26±0,09**#
	Vsm/Vdm(усл.ед.)	2,27±0,70	2,61±0,67	2,81±0,65
	AT _{Vsm} (мс)	32,5±5,29	33,11±6,33	31,1±3,98
	Acc _{Vsm} (см/с ²)	13,71±3,55	8,3±2,02**	9,3±2,61*
Задняя стенка	Vsm (см/с)	0,44±0,16	0,31±0,08*	0,34±0,10*
	Vsm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	1,97±0,07	1,17±0,04*	0,83±0,25*#
	Vdm (см/с)	0,21±0,07	0,14±0,05*	0,14±0,04*
	Vdm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	0,97±0,27	0,56±0,16*	0,38±0,12**#
	Vsm/Vdm(усл.ед.)	2,23±0,71	2,29±0,64	2,19±0,72
	AT _{Vsm} (мс)	34,53±5,32	37,58±7,29	33,45±4,9
	Acc _{Vsm} (см/с ²)	11,97±2,45	7,39±2,92*	8,17±2,4*
T _{R-Vsm} (мс)		74,18±11,27	68,24±13,24	71,95±17,8
T _{R-Vdm} (мс)		332,43±27,97	325,03±35,91	329,94±30,75
T _{Vsm} (мс)		142,5±42,8	223,0±66,69*	206,05±56,23*
T _{Vdm} (мс)		60,20±10,82	54,67±8,87	59,53±12,13

Примечание: ** - достоверность различий ($p < 0,001$), * - ($p < 0,05$) с контрольной группой, ## - p_{2-1} достоверность различий ($p < 0,001$), # - ($p < 0,05$).

Таблица 6.

Скоростные и временные показатели движения передней и задней стенки ОБА.

Показатель		Контроль (n = 45) M±SD	1-ая группа (n = 34) M±SD	2-ая группа (n = 29) M±SD
R-R, мс		925,59±152,58	905,72±134,52	974,07±154,66
Передняя стенка	Vsm (см/с)	0,30±0,13	0,24±0,08	0,26±0,08
	Vsm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	1,27±0,43	1,05±0,3*	0,77±0,21**#
	Vdm(см/с)	0,12±0,03	0,11±0,03	0,11±0,03
	Vdm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	0,52±0,16	0,39±0,12*	0,28±0,10*#
	Vsm/Vdm(усл.ед.)	2,72±0,08	2,21±0,51	2,51±0,08
	AT _{Vsm} (мс)	33,86±5,57	33,66±10,31	34,10±10,81
	Acc _{Vsm} см/с ²)	9,63±2,33	7,0±1,77*	7,35±2,19*
Задняя стенка	Vsm (см/с)	0,29±0,08	0,23±0,07	0,21±0,06
	Vsm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	1,28±0,14	0,96±0,22*	0,65±0,12*#
	Vdm (см/с)	0,09±0,02	0,08±0,02	0,07±0,02
	Vdm _{rel} (с·ммHg) ⁻¹	0,40±0,12	0,26±0,07*	0,16±0,04*#
	Vsm/Vdm(усл.ед.)	3,49±0,20	3,61±1,09	3,76±1,12
	AT _{Vsm} (мс)	33,88±5,38	35,53±11,36	36,11±12,2
	Acc _{Vsm} (см/с ²)	11,64±2,29	6,93±1,8*	6,61±1,31*
T _{R-Vsm} (мс)		147,0±17,9	127,88±21,7*	116,0±22,27**#
T _{R-Vdm} (мс)		362,83±36,18	351,44±29,37	347,03±28,61
T _{Vsm} (мс)		144,73±17,09	160,28±30,34*	174,31±29,31**
T _{Vdm} (мс)		177,45±29,20	172,68±27,31	172,90±28,26

Примечание: ** - достоверность различий ($p < 0,001$), * - ($p < 0,05$) с контрольной группой, ## - p_{2-1} достоверность различий ($p < 0,001$), # - ($p < 0,05$).

обеих стенок ОБА (V_{sm} , V_{dm} , $V_{sm_{rel}}$, $V_{dm_{rel}}$) замедлялись (табл.6). Однако достоверно снижались только относительные скоростные показатели $V_{sm_{rel}}$, $V_{dm_{rel}}$ и ускорение систолической волны $Acc_{V_{sm}}$. При этом во 2-ой группе значения $V_{sm_{rel}}$ и $V_{dm_{rel}}$ передней и задней стенки были достоверно ниже, чем в 1-ой группе. Показатели V_{sm} и V_{dm} имели тенденцию к снижению в обеих группах, но не достигали достоверных значений. В свою очередь, продолжительность систолической волны $T_{V_{sm}}$ ОБА достоверно увеличивалась в обеих группах. Отмечалось достоверно значимое уменьшение времени от з.Р- ЭКГ до начала систолической антеградной волны ($T_{R-V_{sm}}$, мс) в обеих группах. При этом во 2-ой группе время $T_{R-V_{sm}}$ достоверно было меньше, чем в 1-ой группе. Это связано с более быстрым прохождением пульсовой волны по аорте со сниженной эластичностью у пациентов 1-ой и 2-ой группы и соответственно уменьшением времени от з.Р до момента регистрации систолического колебания стенки ОБА. По остальным временным характеристикам достоверных отличий между группами не выявлено.

Сравнительный анализ показателей диаметра, ТИМ, эластичности и движения стенок ОСА и ОБА в группах при различных типах ЦГД. Сравнительный анализ показателей диаметра, ТИМ, эластичности, временных и скоростных параметров движения по данным ТД и ТДИ стенок ОСА и ОБА в подгруппах по типам центральной гемодинамики проводился отдельно для контрольной, 1-ой и 2-ой групп. Для проведения сравнительного анализа отбирались только лица с нормо-, гипо- и гиперкинетическим типом ЦГД. Пациенты с неопределенным типом ЦГД из анализа исключались. В результате в группах не было выявлено достоверных отличий между различными типами ЦГД ни по одному из вышеперечисленных показателей.

Корреляционный анализ параметров ТДИ с показателями ЦГД. С целью выявления взаимосвязи между параметрами ТД и ТДИ движения артериальной стенки и показателями ЦГД был выполнен корреляционный анализ скоростных и временных параметров движения стенок ОСА и ОБА с показателями УИ, ИММЛЖ и ОТС стандартной Эхо-КГ. Результаты корреляционного анализа не выявили достоверной взаимосвязи параметров ТД и ТДИ с УИ. Однако была выявлена достоверная корреляция между снижением скоростных показателей - $V_{s_{max}}$ ($r = -0,288$, $p < 0,05$; $r = -0,380$, $p < 0,01$), $V_{d_{max}}$ ($r = -0,239$, $p < 0,05$; $r = -0,404$, $p < 0,01$), V_{sm} ($r = -0,302$, $p < 0,01$; $r = -0,300$, $p < 0,01$), V_{dm} ($r = -0,353$, $p < 0,01$; $r = -0,345$, $p < 0,01$), $Acc_{V_{sm}}$ ($r = -0,279$, $p < 0,01$; $r = -0,291$, $p < 0,01$), удлинением $T_{V_{sm}}$ ($r = 0,264$, $p < 0,01$; $r = 0,319$, $p < 0,01$) обеих стенок ОСА и увеличением ИММЛЖ и ОТС ЛЖ. Из показателей движения стенок ОБА аналогичную достоверную корреляцию имели $V_{s_{max}}$, $V_{d_{max}}$ и $Acc_{V_{sm}}$ задней стенки с ИММЛЖ и ОТС, а также $T_{V_{sm}}$ и $V_{s_{max}}$ передней стенки с ИММЛЖ. Кроме того, был проведен корреляционный анализ

между показателями $Acc_{V_{sm}}$, $AT_{V_{sm}}$ и $T_{V_{sm}}$ движения стенок ОСА и ОБА и показателями аортального потока – временем и величиной ускорения, а также продолжительностью систолического потока по данным Эхо-КГ. При этом ни с одним показателем движения артериальных стенок и параметрами аортального потока достоверной корреляции выявлено не было. Следовательно, можно говорить, что скоростные и временные характеристики движения артериальных стенок ОСА и ОБА не связаны с показателями, отражающими тип ЦГД. Однако, повышение жесткости артерий эластического типа, а именно снижение скоростных показателей позитивной систолической и негативной диастолической волны и увеличение продолжительности позитивной волны движения стенок ОСА, ведет к увеличению ОТС и массы миокарда ЛЖ, и, следовательно, к формированию концентрического ремоделирования и гипертрофии.

Корреляционный анализ ТД и ТДИ движения стенок общей сонной и общей бедренной артерий с показателями ТИМ. Результаты корреляционного анализа между показателями ТИМ и ТДИ движения артериальных стенок показали, что существует достоверная взаимосвязь между увеличением диастолической ТИМ (ТИМdia) и снижением скоростных показателей - $V_{s_{max}}$, $V_{d_{max}}$, V_{sm} , V_{dm} , $Acc_{V_{sm}}$ обеих стенок ОСА и ОБА. Причем наиболее тесная обратная корреляция была выявлена между ТИМ и систолическими скоростными показателями. Диаграмма корреляции $V_{s_{max}}$ передней стенки ОСА и ТИМdia ($r = -0,435$, при $p < 0,01$) наглядно подтверждает этот вывод (Рис.5).

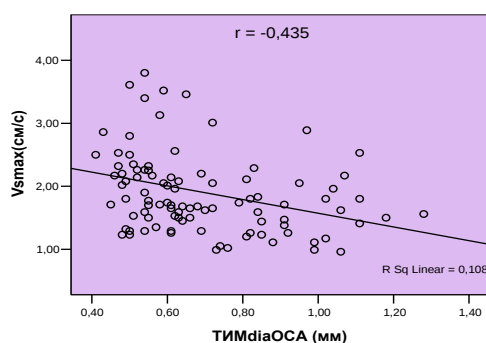


Рис.5. Диаграмма рассеяния корреляции V_{max} передней стенки ОСА и диастолической ТИМ ОСА.

Также отмечена достоверная связь между увеличением ТИМdia и укорочением времени прохождения пульсовой волны по ОСА ($T_{R-V_{sm}}$) ($r = -0,233$ при $p < 0,05$) и ОБА ($T_{R-V_{sm}}$) ($r = -0,446$, при $p < 0,01$) и удлинением продолжительности систолической волны ($T_{V_{sm}}$) ОСА ($r = 0,230$, при $p < 0,01$) и ОБА ($r = 0,263$, при $p < 0,01$). Strain ТИМ в свою очередь имел достоверную связь со скоростными показателями движения стенок преимущественно ОСА, которая заключалась в снижении - $V_{s_{max}}$, $V_{d_{max}}$, V_{sm} , V_{dm} , $Acc_{V_{sm}}$ обеих стенок ОСА по мере снижения Strain ТИМ. Влияние Strain ТИМ на временные показатели ТДИ

заклучалось в достоверной отрицательной корреляции с продолжительностью систолической волны T_{Vsm} ОСА ($r = -0,233$, при $p < 0,01$) и ОБА ($r = -0,447$, при $p < 0,01$).

Корреляционный анализ ТД и ТДИ движения стенок общей сонной артерии с показателями эластичности. Корреляционный анализ показал, что между скоростными показателями (V_{smax} , V_{dmax} , V_{sm} , V_{dm} , Acc_{Vsm}) движения обеих стенок ОСА существует достоверная прямая связь с показателями эластичности LS, DC, CC, и обратная достоверная связь с показателями эластичности E_r , β и СРПВ. Причем наиболее тесная корреляция показателей эластичности выявлена с систолическими параметрами движения стенок ОСА. Так, обратная корреляция β с V_{smax} составила $r = -0,450$, при $p < 0,01$. Показатель T_{Vsm} также имел достоверную обратную взаимосвязь с показателями эластичности LS ($r = -0,244$, при $p < 0,05$), DC ($r = -0,207$, при $p < 0,05$), CC ($r = -0,320$, при $p < 0,01$). Таким образом, доказано, что с увеличением жесткости артериальной стенки, средние и пиковые скорости движения (преимущественно систолические), и значения систолического ускорения передней и задней стенки ОСА снижаются, а продолжительность систолической волны (T_{Vsm}) увеличивается.

Корреляционный анализ ТД и ТДИ движения стенок общей бедренной артерии с показателями эластичности. Корреляционный анализ ТД и ТДИ движения стенок ОБА с показателями эластичности выявил аналогичные тенденции. Скоростные показатели (V_{smax} , V_{sm} , V_{dm} , Acc_{Vsm}) обеих стенок ОБА имели достоверную связь с показателями эластичности: прямую с LS, DC, CC, и обратную с E_r , β и СРПВ. Причем наиболее тесная корреляционная связь отмечалась между показателями эластичности и систолическими параметрами движения стенок ОБА. Так, обратная корреляция β с V_{sm} составила $r = -0,504$, при $p < 0,05$. При корреляционном анализе по временным показателям движения стенок ОБА выявлено, что время T_{R-Vsm} достоверно связано прямой корреляционной связью с DC ($r = 0,421$, при $p < 0,01$), CC ($r = 0,218$, при $p < 0,01$) и обратной связью с E_r ($r = -0,426$, при $p < 0,01$), β ($r = -0,359$, при $p < 0,01$) и СРПВ ($r = -0,906$, при $p < 0,01$). В тоже время продолжительность систолической волны (T_{Vsm}) связана прямой корреляционной связью с E_r ($r = 0,284$, при $p < 0,01$), β ($r = 0,248$, при $p < 0,05$) и СРПВ ($r = 0,361$, при $p < 0,01$), и обратной корреляционной связью с LS ($r = -0,245$, при $p < 0,05$), DC ($r = -0,282$, при $p < 0,01$) и CC ($r = -0,292$, при $p < 0,01$). Это доказывает, что с увеличением жесткости стенки ОБА время прохождения пульсовой волны до бифуркации ОБА уменьшается, а продолжительность систолической волны увеличивается. Следовательно, установлена связь между увеличением жесткости ОБА и снижением скоростных показателей движения её стенок, уменьшением времени T_{R-Vsm} и увеличением продолжительности T_{Vsm} .

Таким образом, выявлено, что при увеличении жесткости артериальных сосудов отмечаются изменения, как скоростного спектра, так и скоростных и временных показателей движения сосудистых стенок. Так, на скоростном спектре движения стенок ОСА отмечается исчезновение пика «Va» и появление дополнительного пика «Vs'» в фазу поздней систолы; регистрируется снижение скоростных показателей - «Vs», «Vd», ускорения $Acc_{V_{sm}}$ и удлинение продолжительности антеградной волны $T_{V_{sm}}$ стенок ОСА и ОБА, а также укорочение времени от з.Р-ЭКГ до начала антеградного пика на ОБА. При этом исчезновение пика «Va», появление пика «Vs'» в фазу систолы и удлинение продолжительности антеградной волны $T_{V_{sm}}$ связано с более быстрым прохождением и отражением пульсовой волны и соответственно более ранним её наложением на скоростной спектр в фазу поздней систолы. Следовательно, показатели ТД и ТДИ движения артериальных стенок отражают нарушения эластических свойств магистральных сосудов. Это подтверждается высокой корреляционной связью скоростных и временных показателей движения стенок ОСА и ОБА практически со всеми вышеописанными стандартными показателями эластичности. Кроме того, наличие высокой корреляции между показателями ТДИ движения стенок и ТИМ ОСА и ОБА указывает на тесную взаимосвязь между структурными изменениями сосудистой стенки и характеристиками её движения.

Таким образом, практическое применение ТДИ при исследовании магистральных артерий существенно дополнит наши представления о нарушении их упруго-эластических свойств и, следовательно, может являться методом оценки сердечно-сосудистого риска.

ВЫВОДЫ.

1. Тканевое доплеровское исследование стенок артериальных сосудов является методом экспертной оценки нарушения их эластических свойств на ранних стадиях функциональных изменений при атеросклерозе и факторах его риска.
2. Параметры движения стенок артериальных сосудов достоверно изменяются в зависимости от выраженности нарушений их эластических свойств.
3. Снижение эластичности артериальных сосудов у больных с атеросклерозом и факторами его риска проявляется в виде следующих изменений скоростного спектра движения стенок общей сонной артерии, полученных при ТДИ: исчезновение дикротического пика «Va», появление дополнительного пика «Vs'» в фазу поздней систолы, снижение скоростных (преимущественно систолических, а также диастолических максимальных, средних и относительных) показателей, снижение ускорения $Acc_{V_{sm}}$ и удлинение продолжительности $T_{V_{sm}}$ систолической волны; а также стенок общей бедренной артерии – снижение скоростных (преимущественно

систолических, а также диастолических максимальных, средних и относительных) показателей, снижение ускорения $Acc_{V_{sm}}$ и удлинение продолжительности $T_{V_{sm}}$ систолического пика, укорочение времени $T_{R-V_{sm}}$.

4. В группе больных с атеросклерозом по сравнению с группой больных с факторами его риска отмечается более значимое снижение относительных (максимальных, средних систолических и диастолических) скоростных показателей движения стенок ОСА и ОБА и укорочение времени $T_{R-V_{sm}}$, связанное с ускорением прохождения пульсовой волны на аорте.
5. Показатели, характеризующие эластические свойства артериальных сосудов – стрейн диаметра, модуль эластичности Петерсона, индекс жесткости, модуль Юнга, коэффициент растяжимости, коэффициент податливости, скорость пульсовой волны на аорте, а также скоростные и временные характеристики движения артериальных стенок не зависят от типа центральной гемодинамики.
6. Скоростные и временные показатели движения стенок общей сонной артерии имеют корреляционную взаимосвязь с параметрами концентрического ремоделирования и концентрической гипертрофии левого желудочка, а именно: снижение скоростных показателей V_s и V_d , и увеличение продолжительности антеградной волны $T_{V_{sm}}$ движения стенок ОСА имеют прямую корреляционную связь с увеличением относительной толщины стенки и индекса массы миокарда ЛЖ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. Нарушение эластических свойств артериальных сосудов у больных с атеросклерозом и факторами его риска следует оценивать по данным импульсно-волновой тканевой доплерографии и по результатам количественного анализа скоростных и временных показателей движения передней и задней стенок общей сонной и общей бедренной артерий, полученных при ТДИ.
2. Предложенные скоростные и временные показатели движения артериальных стенок следует использовать в комплексном обследовании пациентов с сердечно-сосудистой патологией для определения степени нарушения эластических свойств магистральных сосудов.
3. При изучении артериальной эластичности особое внимание следует обращать на показатели скорости и продолжительности систолической волны движения стенок ОСА и ОБА как на наиболее ранние и информативные признаки снижения эластичности.
4. Разработанные показатели нарушения эластических свойств артериальных сосудов, полученные при ТДИ, рекомендуется использовать для формирования группы

повышенного риска развития сердечно-сосудистых осложнений среди пациентов с атеросклерозом и факторами его риска.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Жирнова О.А., Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф. Изучение взаимосвязи возрастных показателей эластичности сосудистой стенки и ремоделирования левого желудочка сердца у здоровых лиц // Региональное кровообращение и микроциркуляция. – 2008.- Том 7, №4(28). – С. 4-9.
2. Жирнова О.А., Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф., Романов С.Н., Кудрявцева Н.И., Амаржаргал Б., Добрянский М.В. Тканевое доплеровское исследование эластических свойств стенки артерий нижних конечностей у больных с атеросклеротическим их поражением // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции по функциональной диагностике «Технологии функциональной диагностики в современной клинической практике». – М., 2007. - С.122-123.
3. Жирнова О.А., Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф., Романов С.Н., Барвинченко Л.И. Тканевое доплеровское исследование эластических свойств стенки артерий у здоровых лиц // Материалы XV Международной конференции АНГИОДОП «Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине». - Сочи, 2008. – С.34-39.
4. Жирнова О.А., Ткаченко С.Б., Барвинченко Л.И., Берестень Н.Ф. Значение показателей тканевого доплеровского исследования в оценке эластических свойств артериальных сосудов // Материалы III Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2009». – М., 2009. – С.147.
5. Жирнова О.А., Ткаченко С.Б., Барвинченко Л.И., Берестень Н.Ф. Изучение показателей эластичности сосудистой стенки у здоровых лиц в разных возрастных группах // Материалы VII Международной конференции «Высокие Медицинские Технологии XXI века». – Испания: Бенидорм, 2008. – С.11.
6. Берестень Н.Ф., Барвинченко Л.И., Кудрявцева Н.И., Романов С.Н., Жирнова О.А. Актуальность раннего доплерографического исследования вен нижних конечностей при малых аномалиях сердца // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции по функциональной диагностике «Технологии функциональной диагностики в современной клинической практике». – М., 2007. – С.124-125.
7. Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф., Амаржаргал Б., Закут А., Барвинченко Л.И., Жирнова О.А., Тутаева Э.Д. Значение тканевого доплеровского исследования в изучении диастолической функции левого желудочка при гипертонической болезни //

- Материалы V Международной конференции «Высокие Медицинские Технологии XXI века». - Испания, Бенидорм, 2006. – С.7-8.
8. Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф., Амаржаргал Б., Романов С.Н., Барвинченко Л.И., Жирнова О.А., Тутаева Э.Д. Тканевого доплеровское исследование в оценке продольного сегментарного движения миокарда // Материалы V Международной конференции «Высокие Медицинские Технологии XXI века». – Испания: Бенидорм, 2006. – С.10-11.
 9. Жирнова О.А., Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф., Барвинченко Л.И. Анализ скоростного спектра движения артериальных стенок у пациентов с атеросклерозом и факторами его риска // Материалы VIII Международной конференции «Высокие Медицинские Технологии XXI века». – Испания: Бенидорм, 2009. – С.11.
 10. Жирнова О.А., Берестень Н.Ф., Пестовская О.Р., Коломыцева Т.Н. Анализ скоростных и временных показателей движения стенок общей сонной артерии при нарушении артериальной эластичности // Материалы VIII Международной конференции «Высокие Медицинские Технологии XXI века». – Испания: Бенидорм, 2009. – С.11-12.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CC	- коэффициент податливости (compliance coefficient)
DC	- коэффициент растяжимости (distensibility coefficient)
Ddia	- диаметра артерии в диастолу
Dsys	- диаметр артерии в систолу
E _{inc}	- модуль Юнга упругости (Young's incremental elastic modulus)
E _p	- модуль эластичности Петерсона
LS	- деформация просвета (стрейн диаметра, lumen strain)
β	- индекс жесткости, бетта (stiffness index)
ΔD	- систолодиастолический прирост диаметра
Д-ЭхоКГ	- доплерэхокардиография
ММЛЖ, ИММЛЖ	- масса миокарда, индекс массы миокарда левого желудочка
КДИ, КСИ	- конечный диастолический и систолический индекс
КДО, КСО	- конечный диастолический и систолический объем
КДР, КСР	- конечный диастолический и систолический размер
КИМ	- комплекс интима-медиа
ЛЖ	- левый желудочек
ОБА	- общая бедренная артерия
ОСА	- общая сонная артерия
ОТС	- относительная толщина стенок
ПАД	- пульсовое артериальное давление
СРПВ	- скорость распространения пульсовой волны
ТД	- тканевая импульсно-волновая доплерография
ТДИ	- тканевое доплеровское исследование
ТЗСЛЖ	- толщина задней стенки левого желудочка
ТИМ	- толщина интима-медиа
ТМЖП	- толщина межжелудочковой перегородки
ФВ	- фракция выброса
ЦГД	- центральная гемодинамика