

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор
унитарного предприятия «Научно-
практический центр гигиены»,
канд. мед. наук, доцент

Республиканского



С.И. Сычик

«30» 06 2014 г.

Рыбина Т.М., Кардаш О.Ф., Турлюк Д.В., Сушинская Т.М.

***ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСУДОВ МЕТОДОМ СФИГМОМЕТРИИ У
РАБОТНИКОВ***

**Методические рекомендации для профпатологов, терапевтов,
сосудистых хирургов, неврологов, врачей функциональной диагностики,
клинических ординаторов, интернов.**

Минск, 2014

УДК [616.1:612.161.1]:613.6

Рецензенты:

доктор медицинских наук, профессор, зав. отделением функциональной диагностики клинической больницы №85 ФМБА России, зав. кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики Института повышения квалификации ФМБА России **П.В. Стручков**

кандидат медицинских наук, доцент, зав. кафедрой геронтологии и гериатрии с курсом аллергологии и профпатологии БелМАПО **А.В. Байда**

канд. мед. наук, доцент, декан терапевтического факультета БелМАПО **М.В. Штонда**

Оценка состояния сосудов методом сфигмометрии у работников /Рыбина Т.М., Кардаш О.Ф., Турлюк Д.В., Сушинская Т.М. – Минск, 2014

Методические рекомендации предназначены для профпатологов, терапевтов, неврологов, врачей функциональной диагностики, клинических ординаторов, интернов. Описывают показания, методику проведения исследования, клиническую интерпретацию объемной сфигмографии на аппарате VaSeraVS-1500N при скрининговой диагностике воздействия производственных факторов на сердечно-сосудистую систему работника (пациента).

Область применения метода – амбулаторно-поликлиническая служба организаций здравоохранения, медицинских санитарных частей, обособленных медицинских подразделений предприятий.

Рекомендовано Ученым Советом Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» к публикации
Протокол № 6 от 16.06.2014

Авторский коллектив:

Рыбина Т.М., канд. мед. наук, доцент, зав. клинической лабораторией профпатологии Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», главный внештатный профпатолог Министерства здравоохранения Республики Беларусь;

Кардаш О.Ф., канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник клинической лаборатории профпатологии Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», внештатный профпатолог управления здравоохранения Минского облисполкома;

Турлюк Д.В., канд. мед. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории хирургии сосудов Республиканского научно-практического центра «Кардиология»;

Сушинская Т.М., научный сотрудник клинической лаборатории профпатологии Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены»

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОБОРУДОВАНИЕ И ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЙ НА АППАРАТЕ VASERA VS-1500N (Fukuda Denshi).....	7
Показания к проведению исследования.....	7
Противопоказания к проведению исследования.....	8
Порядок проведения исследования	9
Параметры, измеряемые с помощью VaSeraVS-1500N	14
НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СФИГМОМЕТРИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И В СИСТЕМЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ОСМОТРОВ.....	19
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	31

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АГ – артериальная гипертензия;

АД – артериальное давление;

АСНК – атеросклероз сосудов нижних конечностей;

ББИМ – безболевого ишемия миокарда;

БЦА – брахиоцефальные артерии

ДАД – диастолическое артериальное давление;

ИАПФ – ингибитор ангиотензинпревращающего фермента;

ИБС – ишемическая болезнь сердца;

ИМ – инфаркта миокарда;

КИМ – комплекс интима-медиа;

ЛПИ (АВІ) – лодыжечно-плечевой индекс;

МОТ – международная организация труда;

НИЗ – неинфекционные заболевания;

ПАД – пульсовое артериальное давление;

ППИ (ТВІ) – пальце-плечевой индекс;

САД – систолическое артериальное давление;

СЛСИ (САVI) –сердечно-лодыжечный сосудистый индекс;

СРП – С-реактивный протеин;

СРПВ (PWV) – скорость распространения пульсовой волны;

ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания;

СтСт – стабильная стенокардия;

УЗИ - ультразвуковое исследование;

ФР – фактор риска;

ЭКГ – электрокардиограмма;

АВІ - ankle-Brachial Index;

АІ – индекс прироста или аугментации;

САVI - Cardio-Ankle Vascular Index;

ЕТ – время изгнания;

РЕР – время напряжения;

PWV – pulse wave velocity;

ТВІ - Toe-Brachial Index.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным ООН 45% населения планеты, т.е. почти 3 млрд. человек, составляет рабочую силу мира, которая поддерживает материальную и экономическую основу общества. Несмотря на развитие научно-технического прогресса, совершенствование медицинской техники, рост числа квалифицированных медицинских работников, создание новых высокоэффективных лекарственных средств, количество трудоспособного населения Европы, США и России неуклонно снижается. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) основная причина смерти населения в мире, в том числе в Республике Беларусь и Российской Федерации (РФ) – сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) [i]. Вероятность умереть в возрасте 15–60 лет в Республике Беларусь на 31%, а в России почти в 1,5 раза выше, чем в среднем по Европе. Преждевременная смерть (до достижения возраста 60 лет) или хроническая инвалидность в результате неинфекционных заболеваний (НИЗ) или других связанных причин влекут за собой социально-экономические последствия и представляют собой двойное бремя, препятствующее устойчивому социальному и экономическому развитию [ii]. Среди регионов ВОЗ Европейский регион - ведущий по развитию сердечно-сосудистых заболеваний, рака, болезней органов дыхания и диабета, которые в совокупности вызывают 77% болезней и почти 86% преждевременной смертности [iii].

Количество НИЗ, в значительной степени обусловленное ССЗ, представляет собой одну из самых больших опасностей для здоровья человечества. Проблема осложняется малосимптомностью начальных проявлений ССЗ. Так, комплексное обследование 11 762 лиц трудоспособного возраста с факторами риска (ФР) развития ССЗ с применением неинвазивных методов функциональной диагностики в амбулаторных условиях позволило диагностировать у 56% обследованных различные, часто сочетанные ССЗ, в том числе ишемическую болезнь сердца — у 15%, гипертоническую болезнь — у 42%, церебральный атеросклероз — у 23,5% обследованных [iv].

Осознание этой угрозы привело ВОЗ к необходимости повысить приоритетность программ по профилактике, контролю и мониторингу распространения факторов риска и НИЗ [v].

Вопрос охраны здоровья работников, занятых во вредных условиях труда рассматривался на заседании экспертов Международной организации труда (МОТ), где были приняты рекомендации, предусматривающие междисциплинарный подход к решению этой проблемы. Особое внимание МОТ обращено на необходимость обеспечения безопасности труда, проведения регулярного медицинского наблюдения за здоровьем, осуществления медицинской и трудовой реабилитации.

По расчетам Союза предпринимателей Германии последствия несчастных случаев и профессиональных заболеваний обходятся в 10 раз дороже, чем стоимость мер по их предупреждению, поэтому во многих

странах вложения в профилактические мероприятия, раннюю диагностику считаются выгодным бизнесом. Применение скрининговой диагностики, оценка рисков на ее основе, позволяет определить возможную длительность трудового контракта работы во вредных условиях, безопасную для здоровья работника, сроки периодических профилактических осмотров, состав групп динамического медицинского наблюдения и другие аспекты мониторинга здоровья.

Однако стратификация риска ССЗ по принятой системе SCORE дает приближенную вероятность риска развития ИБС и потому представляется не всегда убедительной для понимания конкретным пациентом его дальнейшей судьбы [vi].

Совершенно очевидно, что не все работники, имеющие ФР по ССЗ, приобретают одинаковую вероятность возникновения острых форм и, следовательно, можно резко сузить круг показаний для применения высокотехнологичных методов инструментального наблюдения в данных группах. Для них необходимы показательные скрининговые общедоступные и не затратные во временном промежутке исследования, позволяющие диагностировать патологию и показать эффективность проводимых профилактических мероприятий.

Усовершенствование медицинского оборудования, а вместе с тем и диагностических возможностей даёт возможность сегодня неинвазивным путем обнаружить субклинические маркеры ССЗ, к которым можно отнести кальцификацию коронарных артерий, утолщение комплекса интима-медиа в сонных и периферических артериях, гипертрофию левого желудочка, изменение жесткости артериальных сосудов, лодыжечно-плечевого индекса, микроальбуминурию.

Предложенные авторами разработки методические рекомендации по оценке состояния сосудов методом сфигмометрии у работников могут стать обоснованной диагностикой состояний, вызванных воздействием производственных факторов, и использоваться в практическом здравоохранении для выявления нарушений, возникающих при их воздействии. Представленный в методических рекомендациях перечень факторов производственной среды для выделения групп риска и способ проведения исследования позволит врачам-специалистам с минимальными временными затратами использовать метод сфигмометрии при проведении медицинских осмотров, а также оценивать адекватность применения медикаментозной и других видов терапии и осуществлять контроль их использования пациентом.

ОБОРУДОВАНИЕ И ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЙ НА АППАРАТЕ VASERA VS-1500N (Fukuda Denshi)

Для проведения исследования необходимо:

Аппарат VaSera VS-1500N;

кушетка медицинская;

манжеты для конечностей;

пальцевые манжеты;

аморфные датчики TY-501;

сетевые шнуры;

подушки для конечности;

микрофон (датчик) фонокардиографический;

электроды электрокардиографические;

гель медицинский для электродов;

простыни одноразовые;

прокладки одноразовые для манжет;

антисептик для обработки датчика.

Исследование работника (пациента) проводится в положении лежа. Для исключения шумовых помех на фонокардиографическом датчике. Во время исследования работник (пациент) не должен разговаривать и двигаться.

Показания к проведению исследования

Данные исследования рекомендованы при проведении обязательных медицинских осмотров работникам (пациентам) в возрасте от 18 до 65 лет, с целью раннего выявления неблагоприятного воздействия вредных и опасных факторов производственной среды на здоровье работника, а также контроля приема медикаментозной терапии у лиц, с установленным диагнозом артериальной гипертензии, допущенных к работам во вредных и опасных условиях труда и оценки проведения реабилитационных мероприятий.

ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РИСКА СОСУДИСТЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

работа во вредных и опасных условиях более 3 лет;

работа при воздействии вредных и опасных факторов производственной среды при вредном классе условий труда по фактору стаж свыше 3 лет, при допустимом – более 5 лет;

работа при воздействии химических производственных факторов при стаже работы с фактором более 5 лет:

тяжелых металлов;

кобальта;

марганца;

никеля;

мышьяка;
таллия;
углеводородов ароматических;
фосфора;
цианистых соединений, пестицидов;
агрохимикатов (фосфорные удобрения);
промышленного аэрозоля;
работа при воздействии физических производственных факторов при стаже работы с фактором более 5 лет:
ионизирующего излучения;
производственной вибрации;
шума;
повышенного атмосферного давления (при работе в кессонах, барокамерах);
тепловом излучении более 140 Ватт/м²;
работа, связанная с напряженностью трудового процесса, при стаже работы с фактором более 5 лет:
эмоциональные нагрузки;
интеллектуальные нагрузки.

При сочетании воздействия 2-х и более факторов стаж работы при отборе составляет 3 года и выше.

При отборе контингентов учитывается наиболее важная составляющая по факторам и условиям труда, например: работник занят при воздействии химических производственных факторов при стаже работы с фактором более 5 лет, но у него на рабочем месте сочетание воздействия 3-х и более факторов. Соответственно он должен начинать обследоваться с использованием метода сфигмометрии после 3 лет стажа работы.

Противопоказания к проведению исследования

Выраженные отеки на конечностях, препятствующие наложению манжет и способные исказить результаты измерений;

Склонность к кровотечениям (заболевания крови, печени, почек и других органов и систем, сопровождающиеся нарушением тромбообразования);

Наличие воспалительных процессов в венах и/или артериях конечностей.

Ограничения при подготовке работника (пациента) к исследованию:

запрещен прием пищи менее чем за 2 часа до исследования;

курение за 3 часа до исследования;

употребление кофеинсодержащих и других тонизирующих напитков за 3 часа до исследования;

употребление алкогольных напитков за 10 часов до исследования.

Порядок проведения исследования

Исследование на аппарате VaSera VS-1500N проводится в положении пациента лежа на спине после 5–10-минутного отдыха. Рекомендуемая температура воздуха в помещении при проведении исследования – $22\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Манжеты накладываются на правое плечо (красная), левое плечо (желтая) так, чтобы место соединения с воздуховодом было над центром внутренней поверхности плеча, а нижний край непосредственно над локтевым сгибом; на правую голень (черная) и левую голень (зеленая) нижним краем манжеты на 1 см выше голеностопного сустава, а местом соединения с воздуховодом над внутренней лодыжкой (рисунок 1). Для получения стабильной пульсовой волны под пятку подкладывается подушка для конечности.



Рисунок 1 - Наложение манжет на плечи и голени

При исследовании в режиме измерения САVI, АВI и ТВI или только ТВI на первый палец стопы накладывается соответствующая манжета так, чтобы воздуховод был сориентирован к пятке. При наложении пальцевой манжеты используется одноразовая прокладка (рисунок 2).



Рисунок 2 - Наложение манжеты на палец стопы

Коленный датчик для измерения kSAVI накладывается на колено так, чтобы воздушная подушка была в центре подколенной ямки пациента (цветная строчка на закрепляющем ремне указывает позицию подушки). Отверстие на ремне датчика должно быть над коленом. Степень натяжения ремня датчика регулируется по цвету сигнальной лампочки сенсорной коробки (оптимальное – зеленый, тугое – желтый, очень тугое – красный, слабое – не горит). В случае если горит зеленый, но регистрируемая пульсовая волна – низкой амплитуды или нестабильна, необходимо подтянуть ремень так, чтобы загорелся желтый.

Для регистрации каротидно-феморальной скорости распространения пульсовой волны (справа и слева) над местами максимальной пульсации сонной и бедренной артерий накладываются специальные колпачки с клейкой поверхностью, к которым затем крепятся аморфные датчики TУ-501.

ЭКГ-электроды накладываются на предплечья, как при записи обычной ЭКГ. При этом на экране монитора должна появиться кривая ЭКГ (рисунок 3). Перед наложением ЭКГ-электродов кожу желательно обработать спиртовым раствором, а затем втереть специальный кератиновый крем, чтобы улучшить контакт между кожей и электродами.



Рисунок 3 - Наложение ЭКГ-электродов на запястья

ФКГ-микрофон крепится во II межреберье слева от края грудины с помощью пластыря или специальной двусторонней клейкой прокладки. Все датчики, манжеты должны быть правильно подключены к прибору и наложены на пациента, воздуховоды не должны быть перегнуты или чем-либо пережаты (рис. 4).



Рисунок 4 - Положение воздуховодов в режиме измерения CAVI-ABI

Перед проведением исследования в прибор вводится идентификационный номер работника (пациента). Он может использоваться для системы повторного обследования, а так же при мониторинговании состояния здоровья работника при проведении обязательных периодических медицинских осмотров. В программу вводится дата рождения, пол, рост и вес работника (пациента) (рисунок 5). Это позволяет проводить прибору автоматизированный расчет показателей.



Рисунок 5 - Введение информации о пациенте

В аппарате VS-1500N предусмотрено три режима регистрации пульсовых волн и АД: «Основной», «СПВ аорты» и «Волна ТЭЭ». Режим измерения устанавливается путем нажатия на кнопку «Элементы» (рисунок 6).



Рисунок 6 - Окно параметров исследования «Элементы для проверки»

При помощи кнопки «Точка КД» можно проверить места измерений АД (рисунок 7).

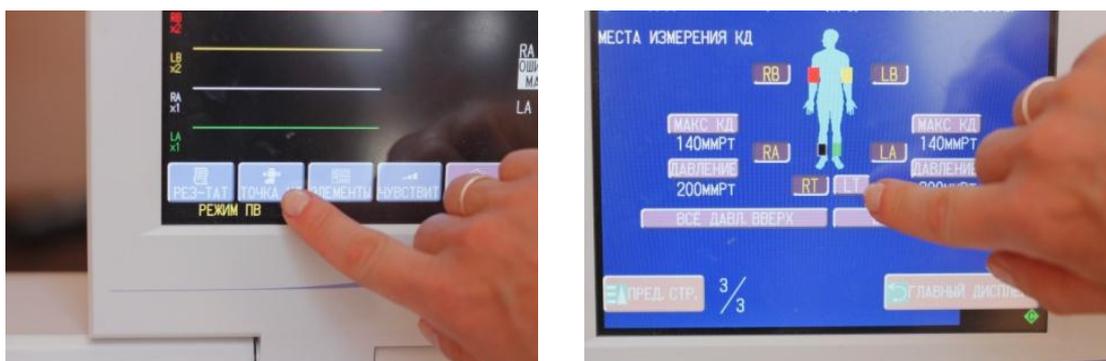


Рисунок 7 - Окно «Места измерения КД»

После нажатия кнопки «Старт» прибор автоматически проверяет правильность наложения манжет и выполнения подготовительных действий и автоматически начинает измерения (рисунок 8).

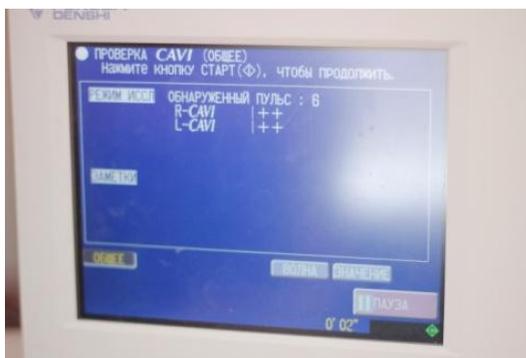


Рисунок 8 - Окно проверки результатов CAVI

Измерение проводится на 4-х конечностях поочередно справа, затем слева прибором в автоматическом режиме (рисунок 9).



Рисунок 9 - Режим регистрации пульсовых волн на плечах и лодыжках

При одновременном измерении САVI и пульсовой волны пальца при появлении на экране сообщения «Подсоедините манжеты для пальцев», необходимо подсоединить удлинители воздухопроводов к манжетам для измерения АД на пальцах стоп (рисунок 10).



Рисунок 10 - Положение воздухопроводов в режиме измерения ТВИ

После завершения измерений на экране появляются результаты, и автоматически распечатывается протокол с заранее подобранным форматом измеренных показателей (рисунок 11). Учитывается, как правило, худший (более низкий) показатель.

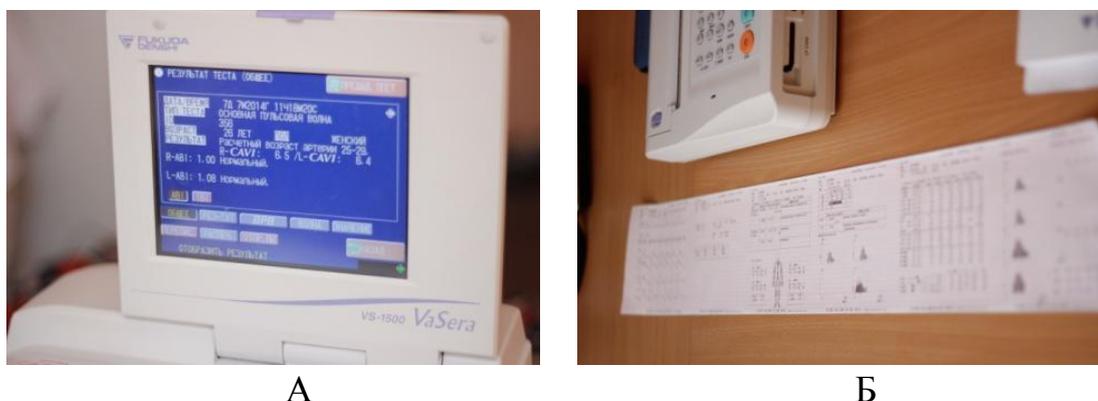


Рисунок 11 - Окно результатов исследования (А) и автоматическая печать результатов исследования (Б)

В «Основном» режиме регистрируются АД на четырех конечностях, графически отображаются уровни АД (функция баланса АД), время прохождения волны от клапана аорты до голени (колена), время подъема пульсовой волны, измеряются индексы жесткости САVI, лодыжечно-плечевые индексы систолического АД, рассчитываются среднее артериальное давление, биологический возраст человека, длина артерий, показатели аугментации (усиления) пульсовой волны и некоторые показатели, отражающие сократительную способность миокарда (время изгнания крови из сердца, время напряжения миокарда и коэффициент Вайсслера).

При выборе «СПВ аорты» регистрируются показатели каротидно-феморальной скорости распространения пульсовой волны: PWV и PWV*.

При регистрации в режиме «Волна ТЭЭ» регистрируются систолическое, диастолическое, пульсовое и среднее АД на больших пальцах и R/L-TBI.

При комбинированном исследовании САVI-ABI и пульсовой волны пальца (КД ТЭЭ) в отчете отражаются показатели 2 видов исследования.

Поиск сохраненных данных производится автоматически. Данные полученные у работника (пациента) ранее могут быть распечатаны вместе с текущими результатами исследования. Аппарат может быть подсоединен к цветному принтеру, позволяющему производить распечатку результатов без включения персонального компьютера.

Параметры, измеряемые с помощью VaSeraVS-1500N

VaSera VS-1500N соответствует стандартам АСС/АНА 2005 года, производит измерения артериального давления осциллометрическим методом и анализ пульсовой волны на основе объемной сфигмографии и **позволяет определить:**

Уровни АД (систолическое, диастолическое, пульсовое и среднее) **на четырех конечностях** (правом и левом плечах, правой и левой голени). Одновременное измерение АД на плечах и голени выполняется на одноименной стороне поочередно: сначала на правой, затем на левой. Последовательность накачивания манжет уменьшает нагрузку на пациента и увеличивает точность измерений.

ВРВ (ВР-баланс или баланс АД) - **баланс артериального давления**. Величина АД на каждой из 4-х конечностей представлена в виде заданной дистанции, отложенной от центральной (начальной) точки под углом 45°: для правого плеча – влево вверх, для левого плеча – вправо вверх, для правой голени – влево вниз и для левой голени – вправо вниз (рисунок 12).

+ – это точка гравитации систолического АД, зарегистрированного на четырех конечностях.

Угол откладывается по часовой стрелке, нулевая (0) точка находится между третьим и четвертым квадрантами.

Дистанция – это расстояние АД от стартовой точки до точки гравитации.

↑Стрелка появляется если лодыжечно-плечевой индекс (АВІ) менее 1,0 и/или когда разница между систолическим АД на левом и правом плечах 20 мм рт.ст. и выше. Длина стрелки отражает степень ишемии в соответствующем сосудистом бассейне.

Длина стрелки для нижних конечностей соответствует значению АВІ, для верхних – отношению САД на левой (правой) стороне к более высокому САД на (левом или правом) плече. При значении АВІ=0,9 стрелка доходит до внутренней линии, при значении 0,5 – до наружной линии. Цвет стрелок описывает: верхние конечности – черная, правая голень – голубая, левая голень – зеленая.

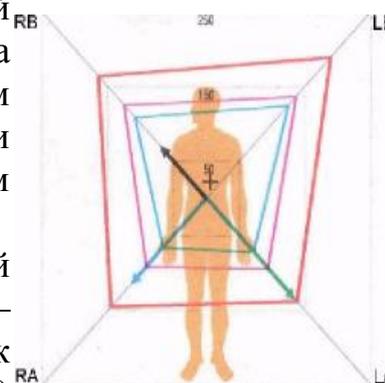


Рисунок 12 – Графическое изображение Баланса АД

Скорость распространения пульсовой волны (PWV) аорты от клапана аорты до бедренной артерии.

Аппарат VS-1500N позволяет регистрировать два вида скорости распространения пульсовой волны каротидно-фemorальным методом: PWV – скорость распространения пульсовой волны аорты и PWV* - скорость распространения пульсовой волны аорты, скорректированная по диастолическому давлению (приведение диастолического АД в момент регистрации к стандартному – 80 мм рт.ст.)

PWV рассчитывается по формуле:

$$PWV = \frac{AF \times 1.3}{t + tc}$$

- AF - длина сосуда (см) между II межреберьем слева/справа от края грудины до точки пульсации над правой/левой бедренной артерией,
- t: время между началом подъема пульсовой волны на сонной артерии до начала подъема пульсовой волны на бедренной артерии,
- tc: время между II тоном сердца и дикротической выемкой (инцизурой) на пульсовой волне сонной артерии (рисунок 13).

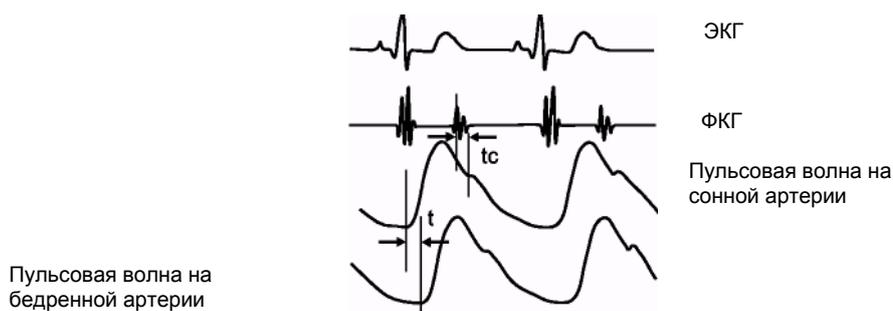


Рисунок 13 – Определение времени распространения пульсовой волны

СЛСИ (CAVI) (Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) - показатель жесткости сосудистой системы в целом, не зависит от уровня АД у пациента в момент проведения исследования. Рассчитывается на основании параметра жесткости β с учетом модифицированного уравнения Bramwell-Hill's (рисунок 14) [vii]:

$$CAVI = a \frac{2\rho}{\Delta P} \left[\ln \frac{Ps}{Pd} \right] PWV^2 + b$$

где $PWV = L/T$, $T = tb + tba$, $L=AF+L2+L3$, ρ – вязкость крови,

$\frac{\ln Ps}{Pd} \times \frac{D}{\Delta D}$ - параметр жесткости β ; a, b – константы

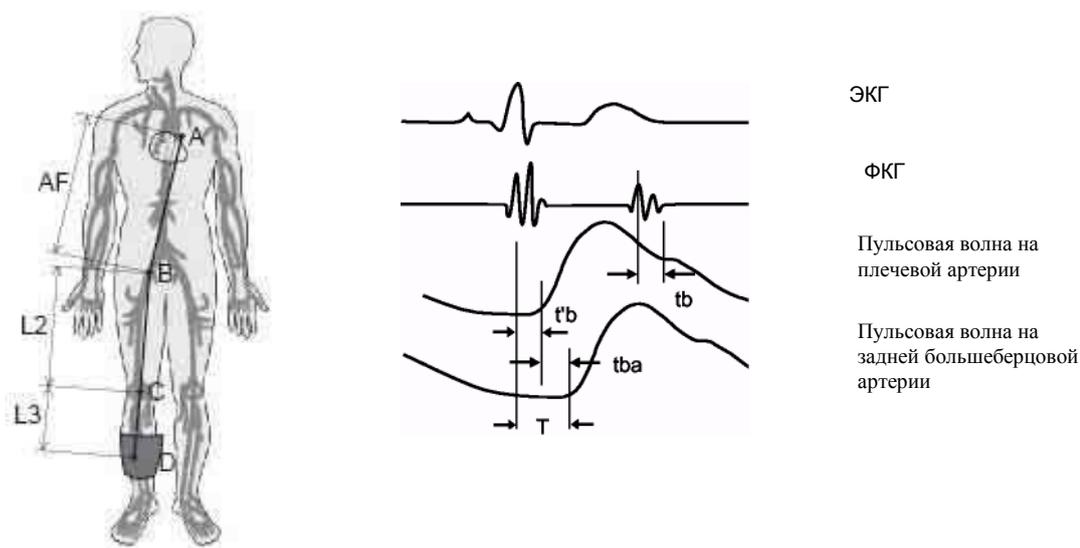


Рисунок 14 – Измерения, необходимые для расчета CAVI

CAVI коррелирует с классическим показателем жесткости аорты – PWV (скоростью распространения пульсовой волны), позволяет оценить степень атеросклероза, возраст сосудов относительно пола и возраста пациента. Прибор измеряет четыре типа CAVI:

- R-CAVI: CAVI между клапаном аорты и правой задней большеберцовой артерией,
- L-CAVI: CAVI между клапаном аорты и левой задней большеберцовой артерией,
- R-kCAVI: CAVI между клапаном аорты и правой подколенной артерией,
- L-kCAVI: CAVI между клапаном аорты и левой подколенной артерией.

Расчетный возраст (сосудистый возраст)

Соотношение САVI и возраста описывается следующими уравнениями:
САVI = 5,083 + 0,034 × возраст (лет) для корейцев,
САVI = 5,43 + 0,053 × возраст (лет) для японцев,
САVI = 5,99 + 0,04 × возраст (лет) для русских [viii, ix, x]. Аппарат VS-1500N позволяет определить сосудистый возраст, исходя из жесткости сосудистой стенки. При расчете этого показателя кроме R/L-САVI учитывается паспортный возраст пациента и стандартное отклонение значений R/L-САVI.

UT (время подъема волны) – показатель, отражающий риск стеноза в результате атеросклероза. При стенозе или окклюзии артерий подъем пульсовой волны становится более отлогим, что ведет к увеличению UT. Измеряется время между точкой начала подъема пульсовой волны, регистрируемой на плечах и голени, до пика этой волны. У здоровых лиц средняя величина RB (LB) UT составляет 120-140 мс.

%МАР (среднее пульсовое артериальное давление в процентах)

Это отношение площади под кривой пульсовой волны ко времени ее распространения (рисунок 15):

$$\%MAP = \frac{\text{Среднее пульсовое давление (M)}}{\text{Пульсовое давление (P)}} \times 100$$

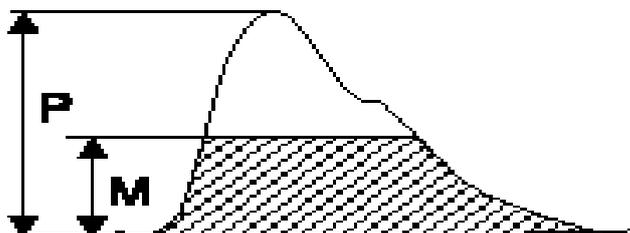


Рисунок 15 – Графически смысл среднего пульсового артериального давления

%МАР отображает остроту пульсовой волны, и этот показатель становится выше при наличии стеноза или окклюзии артериальных сосудов.

AI (индекс прироста или аугментации)

AI – отношение ударной волны, возникающей во время увеличения давления в аорте при сокращении сердца, к отраженной волне, которая возвращается в аорту и в бассейн верхних конечностей из сосудистых бассейнов нижней части тела, регистрируемой на сонной артерии и плечах во время систолы.

Вычисляется по формуле:

$$AI = \frac{P2}{P1}, \text{ где}$$

P1 - давление на пике ударной волны (*percussion wave*),

P2 - давление на пике отраженной волны (*tidal wave*) (рисунок 16)

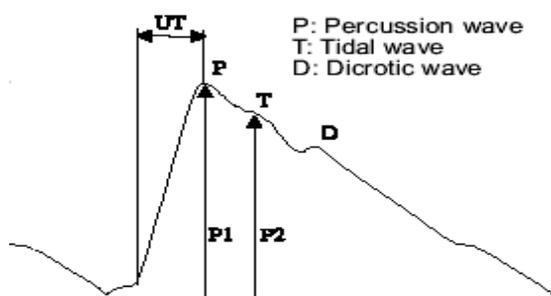


Рисунок 16 – Пульсовая волна, регистрируемая на сонной артерии

АВІ (ЛПИ) (лодыжечно-плечевой индекс давления) – это отношение систолического АД на голени к систолическому АД на плечах (к среднему САД, если разница в уровне САД на плечах не превышает 10 мм рт.ст., или к более высокому САД на плече, если разница выше 10 мм рт.ст.). Показатель отражает степень стеноза или окклюзии артерий нижних конечностей в результате атеросклероза, и является скрининговым тестом для оценки состояния периферических артерий у лиц с высоким риском сердечно-сосудистых событий [xi].

ТВІ (Индекс давления большого пальца, пальце-плечевой индекс (ППИ)). ТВІ – отношение САД на большом пальце стопы (справа/слева) к САД на плечах. Этот показатель позволяет определять нарушения кровотока в периферических артериях ниже лодыжки. ТВІ выполняется, когда АВІ меньше 0,9 либо аномально высок (более 1,3) из-за кальцификации артерий в ноге; что чаще всего встречается у больных сахарным диабетом и хронической почечной недостаточностью [xii].

Время изгнания (ЕТ) – это время между началом открытия аортального клапана и его закрытием. Вычисляется как время между началом подъема пульсовой волны и началом дикротической волны на сонной и плечевой артериях.

Время напряжения (РЕР) – это время между началом зубца Q на ЭКГ и началом открытия аортального клапана. Вычисляется путем вычитания времени изгнания (ЕТ) из времени между началом зубца Q на ЭКГ и II тоном на ФКГ: $РЕР = Q-II - ЕТ$

РЕР/ЕТ – коэффициент Вайсслера: отношение РЕР/ЕТ. Повышается при снижении систолической функции левого желудочка, венозного притока и наоборот - снижается при увеличении венозного притока, стенозе аортального клапана и т.д. Повышение коэффициента Вайсслера более 0,38 коррелирует со снижением фракции выброса левого желудочка менее 50% при эхокардиографическом исследовании [xiii].

НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СФИГМОМЕТРИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ И В СИСТЕМЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ОСМОТРОВ

Артериальная система обладает двумя основными функциями: транспортной и демпфирующей [xiv]. Проводящая функция зависит от ширины просвета сосуда и сопротивления потоку крови. Нарушение транспортной функции проявляется при сужении сосуда в связи с его стенозом/окклюзией или спазмом. Демпфирующая функция обеспечивает сглаживание колебаний давления, обусловленных циклическим выбросом крови из левого желудочка, и превращение пульсирующего артериального кровотока в необходимый периферическим тканям непрерывный поток. Снижение демпфирующей функции артериальной системы возникает при нарушении растяжимости артериальной стенки и вызывает ряд патологических явлений, увеличивающих риск сердечно-сосудистой смертности [xv]. За счет того, что кинетическая энергия потока крови из левого желудочка в аорту не переходит в потенциальную энергию растягивающейся стенки аорты, происходит повышение пикового САД. При этом увеличивается постнагрузка на левый желудочек (ЛЖ), что ведет к развитию гипертрофии миокарда, увеличению потребления кислорода, нарушению диастолической функции ЛЖ, снижению сердечного выброса и развитию сердечной недостаточности. Уменьшение диастолической отдачи стенки аорты и смещение отраженной волны из диастолы в позднюю систолу, приводит к снижению ДАД и как следствие к уменьшению коронарной перфузии [xvi]. Повышение САД и ПАД ускоряет повреждение артерий и ассоциируется с поражением органов мишеней [xvii].

Повышение артериальной жесткости имеет место при следующих состояниях: старение, низкий вес при рождении, менопауза, недостаточная физическая активность, наличие в анамнезе у родителей АГ, сахарного диабета, инфаркта миокарда, генетические полимофизмы, метаболический синдром, ожирение, курение, АГ, нарушение толерантности к глюкозе, сахарный диабет 1 и 2 типа, высокий уровень С-реактивного протеина (СРП), гипергомоцистеинемия, гиперхолестеринемия, ишемическая болезнь сердца, хроническая сердечная недостаточность, фатальный инсульт, хронические заболевания почек, хроническая почечная недостаточность, ревматоидный артрит, системный васкулит, системная красная волчанка [xviii, xix, xx, xxi, xxii, xxiii]. Повышение **PWV** с возрастом происходит более быстрыми темпами у жителей России по сравнению с японцами, у представителей негроидной расы в отличие от европеоидов [x, xxiv].

Исследования с оценкой **PWV** позволили установить, что увеличение артериальной жесткости является независимым и лучшим предиктором последующих сердечно-сосудистых событий по сравнению с известными факторами риска, такими как возраст, уровень АД, гиперхолестеринемия и сахарный диабет у практически здоровых лиц, пациентов с сахарным

диабетом, конечной стадией почечной недостаточности и пожилых людей, предиктором смертности у больных АГ [xxv, xxvi, xxvii, xxviii, xxix]. Так, в популяционном исследовании MONICA показано, что увеличение PWV (>12 м/с) ассоциируется с 50% увеличением риска сердечно-сосудистых событий у здоровых лиц [xxx], а PWV >13 м/с предсказывает 10-летнюю смертность у пациентов с артериальной гипертензией с чувствительностью 60% и специфичностью 84%. При этом прирост PWV на 1м/с сопровождается увеличением на 14% неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и на 15% сердечно-сосудистой и общей смертности [xxxi].

Кроме того, существуют убедительные доказательства того, что значительно большее число людей, чем считалось ранее, имеют доклиническое поражение органов-мишеней. Эти поражения могут предшествовать стойкому повышению АД, часто не зависят от его уровня, однако ассоциированы с артериальной жесткостью [xxxii]. Снижение податливости артериальных сосудов встречается в 100% случаев при АГ, а гипертрофия левого желудочка – только у 30-40% больных АГ. Признанием факта диагностического и прогностического значения PWV являются рекомендации Европейского общества кардиологов по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний 2007 г. и Европейского общества по артериальной гипертензии и Европейского общества кардиологов по ведению пациентов с артериальной гипертензией 2013 г., в которых предлагается учитывать доклинические изменения в органах-мишенях по скорости распространения пульсовой волны [xxxiii, xxxiv].

Исследование центральной гемодинамики показало различное действие современных антигипертензивных препаратов на состояние сосудистой стенки. Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ), блокаторы кальциевых каналов, блокаторы рецепторов ангиотензина, в несколько меньшей степени индапамид уменьшают среднее артериальное АД, тонус сосудов и уменьшают структурное ремоделирование, улучшают эндотелиальную функцию [xxxv, xxxvi, xxxvii, xxxviii]. В отношении тиазидных диуретиков, неселективных β-адреноблокаторов не установлено такого благотворного влияния [xxxix, xl]. Действие β-адреноблокаторов с α-блокирующим эффектом (лабетолол, карведилол, небиволол) реализуется в том числе и через уменьшение индекса аугментации и СРПВ [xli, xlii].

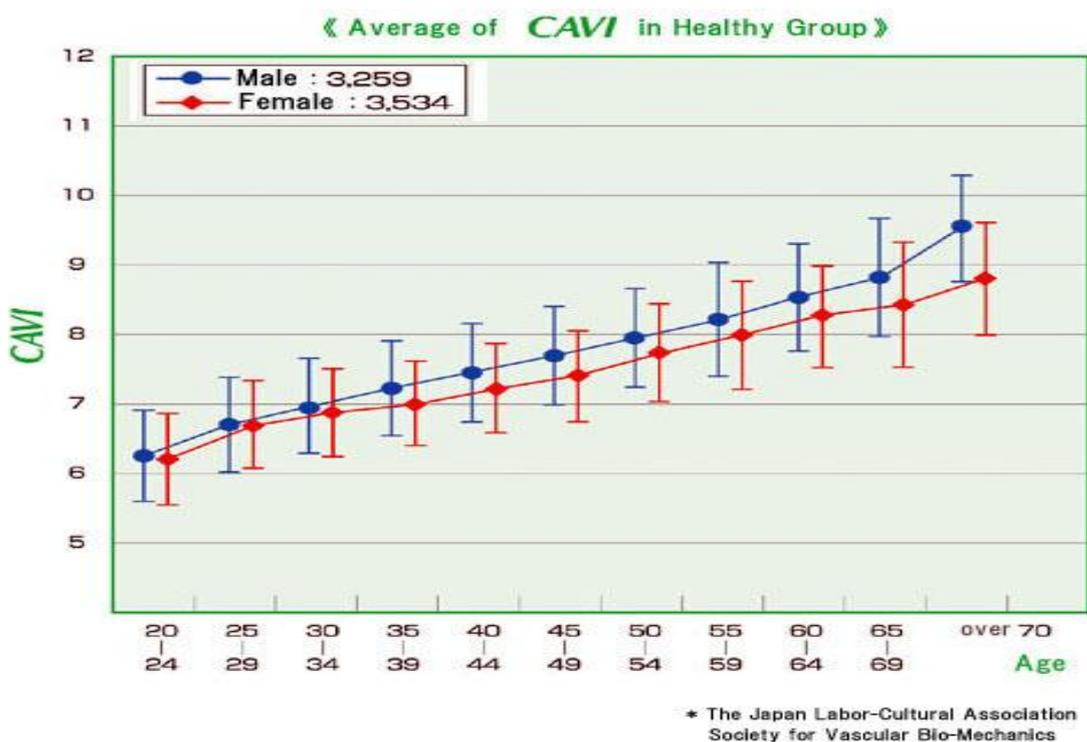
Установлено, что артериальную жесткость могут снижать такие нефармакологические воздействия, как физические упражнения, диета (снижение массы тела, низкосолевая диета, умеренное потребление алкоголя, α-линолевая кислота, рыбий жир), гормонозаместительная терапия [xliii, xliv, xlv, xlvi].

Оценка локальной ригидности – изменение сегментарной геометрии сосуда под действием растягивающего пульсового давления проводится с использованием таких методов, как ангиография, магнитно-резонансной томография, ультразвук высокого разрешения (ультразвуковая технология echotracking), сфигмография. Согласованные рекомендации группы

экспертов Европейского общества кардиологов признали каротидно-феморальную скорость пульсовой волны, измеренную с применением сфигмографии, «золотым стандартом» при оценке ригидности артерий [xlvii]. Величина этого показателя в значительной степени зависит от отношения толщины стенки сосудов к радиусу просвета сосуда и эластичности стенки сосуда. В норме **PWV** в аорте равна 4–6 м/с, в менее эластичных артериях мышечного типа (например, лучевой) – 8–12 м/с.

Однако на оценку **PWV** оказывает влияние большое количество факторов, в том числе разные подходы в расчете длины артерий и, особенно, уровень АД, в связи с чем внимание исследователей направлено на индексы жесткости артерий такие, как **CAVI**, которые являются естественными показателями состояния артериальной стенки, вне зависимости от уровня АД [vii].

CAVI, также как и **PWV**, увеличивается с возрастом, однако проявляет наиболее высокую зависимость от возраста: до 50 лет **CAVI** увеличивается на 5% каждые 10 лет, а после 60 лет **CAVI** возрастает на 10% за этот же промежуток времени (рисунок 17).



(http://www.fukuda.co.jp/english/products/special_features/vasera/age.html)

Рисунок 17 – Корреляция **CAVI** и возраста у здоровых японцев

У россиян по сравнению с японцами более выражена позитивная связь **CAVI** с возрастом, что может быть обусловлено с воздействием значительно большего количества факторов риска, воздействующих на сосудистую стенку (табл. 1) [x].

Таблица 1 - Показатели СЛСИ (CAVI) в различных возрастных группах здоровых россиян

Возраст, лет	СЛСИ, ед.
менее 20	6,59-7,73
21-30	6,71-7,93
31-40	6,79-8,05
41-50	6,85-8,25
51-60	7,33-8,67
61-70	7,87-9,15
более 70	8,29-11,31

CAVI является интегральным показателем сердечно-сосудистого риска, доклинического развития атеросклероза, диагностическим критерием при дифференциации АГ у молодых. По данным Милягиной И.В. индекс **CAVI** более 7,0 ед. у молодых людей с нормальным или нормальным высоким уровнем АД на плечевой артерии и уровнями АД в бассейне нижних конечностей выше нормальных величин позволяет диагностировать доклиническую стадию АГ (предгипертонию) молодого возраста, обусловленную ранним сосудистым ремоделированием. Напротив, увеличение систолического и пульсового давления только на руках при наличии эластичных сосудов у молодых мужчин говорит о «ложной» гипертензии [x].

Критериями раннего старения сосудов у молодых людей в возрасте до 40 лет являются величины сердечно-лодыжечного индекса **CAVI** более 7,6 ед., об ускоренном темпе старения сосудов эластического типа свидетельствует величина **CAVI** 7,1 ед. [xlviii]. Индекс **CAVI** более 9 ед. отражает предел жесткости сосудистой стенки, после которого формируется качественно новое состояние сосудистой системы, при котором демпфирующая функция аорты уже не обеспечивает достаточный перевод энергии систолы в энергию диастолы. Это приводит к повышению центрального САД и существенной нагрузке на левый желудочек, к снижению ДАД и нарушению коронарного кровотока, к существенному увеличению сердечно-сосудистой смертности [x]. Mayer L. с соавт. показали, что **CAVI** более 8,1 ед. ассоциирован с 5% риском неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, тогда как **CAVI** более 8,8 ед. определяет 15% риск развития инфаркта миокарда, и/или нарушения мозгового кровообращения, и/или смерти [xlix]. Otsuka K. и соавт. определили, что **CAVI** больше возрастной нормы (рис. 17) является независимым предиктором неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [1].

Как показатель раннего артериосклероза/атеросклероза, **CAVI** обеспечивает диагностику артериосклероза/атеросклероза у здоровых лиц, пациентов с АГ, гиперлипидемией, диабетом, инфарктом миокарда, инсультом. На наличие атеросклеротического поражения коронарных артерий и/или сонных артерий указывает индекс **CAVI** более 8 ед. [li, lii]. У

пациентов с величиной индекса **CAVI** более 9 ед. при коронарографии определяются гемодинамически значимые сужения коронарных артерий, а при величине 10 ед. и более – множественное поражение коронарных артерий [liii].

Единый патофизиологический механизм, ответственный за повышение жесткости артериальной стенки и сердечной мышцы, определяет увеличение **CAVI** более 8,4 ед при развитии диастолической дисфункции миокарда [liv, lv]. **CAVI** коррелирует с максимальной скоростью (V_e) раннего диастолического наполнения, ($r = -0,50$, $p < 0,01$), соотношением пиков V_e/V_a трансмитрального потока ($r = -0,37$, $p < 0,05$), временем замедления кровотока раннего диастолического наполнения (*DTE*) ($r = 0,57$, $p < 0,01$), пиком E_m движения кольца митрального клапана ($r = -0,41$, $p < 0,05$), скоростями ранней диастолической деформации задней и передней стенок левого желудочка ($r = 0,61$, $p < 0,001$; $r = 0,56$, $p < 0,001$, соответственно) [lvi].

Кроме возраста, артериальной гипертензии, атеросклероза сосудов любой локализации, на величину индекса **СЛСИ** существенное влияние оказывают факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний (гиперхолестеринемия, избыточная масса тела, курение, неблагоприятная наследственность, стресс, сахарный диабет, толщина комплекса интима-медиа сонной артерии), хронические заболевания почек, синдром обструктивного апноэ, системные заболевания соединительной ткани, доклинические поражения органов мишеней, воздействие промышленного аэрозоля [ix, lvii lviii, lix].

Поскольку **CAVI** уменьшается при адекватном контроле артериального давления, гликемии, отказе от курения, снижении веса, данный индекс также как **СРПВ** может использоваться для динамического наблюдения за эффективностью медикаментозной терапии при АГ и сахарном диабете, как индикатор модификации образа жизни [vii, lx].

Диагностическая и прогностическая значимость, неинвазивность, хорошая воспроизводимость методики и минимальное время проведения теста для определения **СЛСИ** позволяют использовать индекс для скрининговых исследований.

Еще одним важным параметром центральной гемодинамики является индекс аугментации (**AI**). Аугментация центральной пульсовой волны – ведущий фактор увеличения центрального пульсового давления, характеризует степень повреждающего действия пульсовой волны, нагрузку на левый желудочек. **AI** позитивно коррелирует с величиной отраженной волны, которая возникает в нижней половине тела, и временем ее поступления в аорту, тесно взаимосвязан с основными факторами риска атеросклероза – холестерином крови, уровнем АД, курением и наличием сахарного диабета [lxi, lxii].

Являясь маркером сосудистой ригидности, **AI** увеличивается с возрастом (табл. 2) [x]:

Таблица 2 - Показатели индекса аугментации (AI) в различных возрастных группах здоровых россиян

Возраст, лет	AI, %
менее 35	34-66
35-54	58,4-88,8
более 55	72,6-98,6

К 70 годам периферический AI возрастает на 156% (с 53,2% до 83,0%) у мужчин и на 149% (с 64,6% до 96,4%) у женщин по сравнению с 20-летним возрастом [Ixiii]. Кроме того, величина индекса AI на 14,3% больше у женщин ($81,1 \pm 16,1\%$), чем у мужчин ($69,5\% \pm 16,3\%$, $p < 0,001$) и находится в обратной зависимости от частоты сердечных сокращений: снижение ЧСС на каждые 10 ударов предполагает рост индекса аугментации примерно на 4%.

В последние годы установлено, что высокий индекс аугментации AI является предиктором сердечно-сосудистых осложнений, маркером субклинического атеросклероза и выраженности ГЛЖ [Ixiv, Ixv].

Снижение AI происходит при воздействии вазоактивных лекарств, в некоторых случаях без изменения СРПВ [Ixvi]. Уменьшение индекса AI более выражено при длительной эффективной терапии антигипертензивными препаратами [Ixvii]. Выше сказанное позволяет рекомендовать использовать AI для контроля за проводимым лечением у пациентов с АГ.

Функции **ВР-баланса** на аппарате VaSera VS-1500N позволяет предположить наличие атеросклероза артерий верхних конечностей. С помощью графика устанавливается разница в уровнях АД между левыми и правыми конечностями, что указывает на возможную ишемию (стеноз) в соответствующем сосудистом бассейне у обследуемого пациента, которая может быть обусловлена атеросклеротическим поражением одной или нескольких артерий, врожденной аномалией артерий, коарктацией аорты, неспецифическим аортоартериитом и др. Разница в уровнях САД на правой и левой руке более 10 мм рт. ст. при одновременном измерении или брахиальный индекс (отношение низкого САД на плече к высокому САД на противоположном плече) менее 0,9 также как ЛПИ является показателем сердечно-сосудистого риска, свидетельствует о стенозирующем поражении артерий верхних конечностей и является показанием для УЗИ артерий верхних конечностей.

Признаком возможной окклюзии артерии является увеличение времени подъема пульсовой волны на плечах более **R/LB-UT>180 мс**. При этом увеличение времени подъема пульсовой волны сопровождается снижением САД и снижением величины САVI, что следует учитывать как ложный САVI.

Следовательно, при выявлении показателей жесткости, соответствующих ускоренному темпу ремоделирования для данной возрастной группы, или определяющих высокий кардиоваскулярный риск,

или асимметрии АД в бассейне верхних или нижних конечностей, лодыжечно-плечевого индекса меньше 0,9 целесообразно направлять пациента на дополнительные исследования для выявления факторов риска и уточнения состояния сосудистой стенки (табл. 3).

Таблица 3 Критерии оценки параметров центральной гемодинамики

Значение параметра	Интерпретация	Показания к дальнейшим исследованиям
разница в уровнях САД на правой и левой руке более 10 мм рт.ст	стенозирующее поражение артерий верхних конечностей	УЗИ артерий верхних конечностей
брахиальный индекс менее 0,9 ед.	стенозирующее поражение артерий верхних конечностей	УЗИ артерий верхних конечностей
время подъёма пульсовой волны на плечах (R/LB-UT) более >180 мс	стенозирующее поражение артерий верхних конечностей или БЦА	УЗИ БЦА, артерий верхних конечностей
периферический индекс аугментации более 88%	стенозирующее поражение артерий верхних конечностей или БЦА	УЗИ БЦА, артерий верхних конечностей
индекса САVI более 7,6 ед. у лиц до 40 лет	раннее старение сосудов	оценить факторы риска, консультация кардиолога
Индекс САVI более 8 ед	стенозирующее поражение БЦА	УЗИ БЦА
Индекс САVI более 9 ед	стенозирующее поражение коронарных артерий или БЦА	УЗИ БЦА, тредмил-тест, консультация кардиолога

Атеросклероз сосудов нижних конечностей (АСНК) наблюдается примерно у 20% населения в возрасте от 55 лет и старше [lхviii, lхix], удваивает 10-летнюю вероятность как общей, так и сердечно-сосудистой смертности во всех категориях оценки риска по Фрамингемской шкале [lхх, lхxi, lхxii]. Кардиоваскулярный риск одинаков как при развернутой клинической картине, так и при бессимптомном течении заболевания периферических артерий [lхxiii, lхxiv], которое наблюдается у половины пациентов [lхxv].

Для скрининговой диагностики АСНК определяют лодыжечно-плечевой индекс. Воспроизводимость методики считается превосходной, чувствительность и специфичность ЛПИ меньше 0,9 ед. в определении

стеноза артерии более 50% составляет, соответственно, 80% и 96% [lxxvi]. Позитивная прогностическая ценность теста для сердечно-сосудистых событий достигает 17,6% [lxxvii], а относительный риск кардиальной и цереброваскулярной смертности 3,34 [lxxviii]. Вышеприведенные исследования послужили основанием для международных и европейских рекомендаций по оценке ЛПИ при проведении первичной и вторичной профилактики [lxxix, xxxiii].

По мнению датских исследователей определение ЛПИ является обязательным у лиц с известными факторами риска ССЗ – курение, артериальная гипертензия, гиперлипидемия, сахарный диабет, ожирение, наличие в сыворотке крови повышенного уровня СРП, гомоцистеина, интерлейкина-6, хронические заболевания почек [lxxx]. При этом методе отбора у около 63% асимптомных пациентов в возрасте 55 лет и старше диагностируется АСНК.

Сравнительная оценка различных методов измерения ЛПИ в амбулаторной практике показала возможность использования не только доплерографических, но осциллометрических приборов [lxxv]. Так, чувствительность, специфичность, негативная и позитивная точность при осциллометрическом и доплерографическом методах составляли, соответственно, 97% и 95%, 89% и 56%, 98 и 91%, 86% и 68%. Следовательно, осциллометрический сфигмометр VaSera VS-1500N позволяет надежно диагностировать обструктивные поражения артерий нижних конечностей.

Если ЛПИ более 0,9 ед., однако клиническая картина свидетельствует о наличии АСНК, выполняется нагрузочный тест (тредмил-тест или повторяющиеся подъемы на носки в позе стоя) с последующей повторной оценкой ЛПИ. Пост ЛПИ менее 0,9 ед. или снижение САД на голени более чем на 30 мм рт. ст. является диагностическим критерием АСНК [lxxxi].

Когда ЛПИ аномально высок (более 1,3) из-за кальцификации артерий в ноге, для диагностики АСНК необходимо определять ППИ. АСНК в этом случае диагностируется в 60-80% случаев [lxxxii]. Нормой ППИ является его значение более 0,65 ед. При снижении показателя до 0,52 ед. – диагностируют необструктивные нарушения кровообращения в артериях стопы. Заключение о стенозирующем поражении артерий нижних конечностей можно сделать при ППИ менее 0,52 ед. [xii].

ЛПИ менее 0,9 ед. либо ЛПИ более 1,3 ед. в сочетании с ППИ менее 0,65 ед., но более 0,52 ед. являются показанием к проведению ультразвукового исследования (УЗИ) артерий нижних конечностей, оценке и коррекции факторов риска ССЗ. При регистрации ЛПИ менее 0,60 ед. либо ППИ менее 0,52 ед. помимо УЗИ артерий нижних конечностей обязательным является консультация сосудистого хирурга (табл. 4).

Таблица 4 - Критерии оценки ЛПИ

Значение параметра, ед.	Интерпретация	Показания к дальнейшим исследованиям
1,00–1,30	Норма	при воздействии производственного вибрационного фактора - определить ППИ
0,91–0,99	Пограничное значение	нагрузочный тест с повторной оценкой ЛПИ при воздействии производственного вибрационного фактора - определить ППИ
< 0,90	АСНК	выполнить УЗИ артерий нижних конечностей
< 0,60	стенозирующий АСНК	выполнить УЗИ артерий нижних конечностей, назначить консультацию сосудистого хирурга
> 1,30	Несжимаемые сосуды	определить ППИ

Высокая частота встречаемости синдрома Рейно, неврологических проявлений остеохондроза поясничного отдела позвоночника при воздействии производственного вибрационного фактора определяет необходимость оценки периферического кровообращения у данной группы работников [lxxxiii, lxxxiv]. Снижение ППИ до 0,52 ед. свидетельствует об ангиодистонических проявлениях под влиянием как локальной, так и общей вибрации и является основанием для выполнения паллестезиометрии, холодовой пробы и консультации невролога.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост сердечно-сосудистых заболеваний требует пристального внимания к вопросам профилактики и эффективного лечения заболеваний сердца и сосудов. С учетом накопленных на сегодняшний день знаний наилучший подход к выявлению и профилактике ССЗ заключается в рутинной практике тестирования сердечно-сосудистых факторов риска и оценки с применением шкал риска (Фремингемской шкалы оценки риска развития ишемической болезни сердца и сердечно-сосудистых заболеваний; ATP III; шкалы SCORE или ASSIGN; алгоритма QRISK) [lxxxv].

В тоже время стратификация пациентов в соответствии с выше перечисленными шкалами риска развития ССЗ остается сложной, особенно в случаях с низким или промежуточным краткосрочным риском. В этих ситуациях чрезвычайно важным представляется ранняя диагностика изменения эластичности и растяжимости сосудов [xxxiii].

В настоящее время среди всех возможных методов инструментальной и лабораторной оценки субклинических проявлений атеросклероза различных сосудистых бассейнов, особенно у лиц с суммарным сердечно-сосудистым риском 5–9 % по шкале SCORE, в стандарт обследования с позиций оценки уровня риска вошли три основных параметра: 1) признаки субклинического поражения сонных артерий (утолщение комплекса интима-медиа и наличие бляшек); 2) признаки поражения сосудов нижних конечностей (снижение лодыжечно-плечевого индекса); 3) скорость распространения пульсовой волны, как интегральный показатель повышения сосудистой жесткости. Все эти параметры являются независимыми прогностическими факторами и могут выступать в качестве суррогатной точки в процессе лечения ССЗ и профилактики осложнений.

Золотой стандарт измерения жесткости – оценка скорости распространения пульсовой волны (СРПВ). Недостатком определения любой СРПВ является то, что она зависит не только от жесткости сосудистой стенки, обусловленной изменением ее структуры, но и от уровня артериального давления (АД) в артериальной системе во время определения СРПВ (уровень растягивающего давления). Кроме того, при большинстве методик определения СРПВ (каротидно-фemorальной, плече-лодыжечной) из анализа исключается самый главный участок аорты – центральная аорта (восходящий отдел и, частично, дуга аорты).

Реализованный в приборе VaSera VS-1500N метод определения СРПВ и предложенный на его основе принципиально новый показатель жесткости – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс САVI (Cardio-Ankle Vascular Index), позволяющий оценить жесткость сосудов вне зависимости от уровня растягивающего АД, действующего на стенку артерии в момент регистрации пульсовой волны. Кроме того, в анализ включена аорта на всем протяжении, включая центральную аорту, поэтому показатель САVI в значительной степени ассоциируется с наличием и тяжестью коронарного атеросклероза и

предлагается в качестве его предиктора.

Исследования, проведенные в Японии, а в последние годы и в других странах, показали зависимость показателя САVI от возраста, наличия большинства традиционных факторов риска ССЗ. Установлена зависимость САVI от степени развития атеросклероза в коронарных и церебральных артериях, доказано преимущество данного метода в качестве скрининга для определения групп высокого сердечно-сосудистого риска, выявления доклинического атеросклероза.

Особое внимание при проведении стратификации и оценке общего сердечно-сосудистого риска в последние годы направлено на раннее выявление признаков субклинического поражения органов-мишеней. Оценка эластических свойств сосудов методом сфигмографии на аппарате VaSera VS-1500N у лиц, страдающих АГ, позволяет с высокой вероятностью судить о степени поражения органов-мишеней, что в ряде случаев без использования дорогостоящих методов исследования улучшает качество, в том числе, ранней диагностики кардиологических заболеваний.

В исследованиях, выполненных во многих странах мира, доказана способность антигипертензивных лекарственных средств уменьшать жесткость артериальной стенки. Повышение эластичности артерий может стать терапевтической целью у пациентов с АГ, а критерием ее эффективности может служить индекс САVI.

Важным преимуществом метода определения индекса САVI является простота исследования (объемная сфигмография), неинвазивность, хорошая воспроизводимость, минимальное время проведения теста, отсутствие зависимости результатов от исследователя и необходимости сертификации специалистов.

Кроме определения индекса САVI прибор VaSera VS-1500N позволяет определить лодыжечно-плечевой индекс давления (ЛПИ) - достаточно простой метод раннего выявления и оценки тяжести облитерирующего атеросклероза сосудов нижних конечностей. Выявление бессимптомного атеросклероза сосудов нижних конечностей важно с точки зрения его ассоциации с проявлениями атеросклероза в других сосудистых бассейнах. Снижение ЛПИ является предиктором ИБС, инсульта, транзиторных ишемических атак, почечной недостаточности и общей смертности. Именно поэтому поражение артерий нижних конечностей в настоящее время рассматривается как эквивалент ИБС и требует активного лечения.

Проведение альтернативных методов скрининговой диагностики, направленной на выявление ранних изменений сосудистой стенки особенно важно для работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, так как воздействие производственного вибрационного фактора, промышленного аэрозоля оказывает повреждающее действие на сосудистую стенку в дополнение известным факторам риска ССЗ.

Методика выполнения сфигмометрии подробно, на хорошем методическом уровне изложена в представленных методических рекомендациях по оценке состояния сосудов у работников. Структура

методических рекомендаций позволила всесторонне изложить основные принципы и требования для отбора контингентов, а также определить дизайн процедуры проведения исследования. Они обобщают полученные научные и практические наработки по использованию метода в службе профпатологии Республики Беларусь. Это позволит врачам-специалистам на современном уровне проводить исследования с соблюдением всех принципов безопасности.

Авторы надеются, что представленные методические рекомендации окажут существенную помощь специалистам медицинских учреждений, обособленным подразделениям предприятий, занимающихся медицинской деятельностью по проведению обязательных медицинских осмотров.

Практическая ценность, актуальность и научная новизна методических рекомендаций по оценке состояния сосудов методом сфигмометрии у работников дают основание к их широкому применению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- i Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update /M. Nichols, N. Townsend, P. Scarborough, M. Rayner //Eur Heart J. -2013. – Vol. 34, Iss. 39. – P. 3028-3034
- ii Европейская региональная консультация высокого уровня ДЭСВ ООН/ВОЗ «Борьба с неинфекционными заболеваниями – серьезным препятствием для устойчивого развития в XXI веке». Краткий отчет о совещании, 25–26 ноября 2010 г., Осло, Норвегия. Копенгаген, Европейское региональное бюро ВОЗ, 2011 – электронный доступ
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0013/141205/NCD_Mtg_Oslo_Apr2011_SumRep_rus.pdf, по состоянию на 10 декабря 2013 г.
- iii План действий по реализации Европейской стратегии профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями, 2012–2016 гг. Копенгаген, Европейское региональное бюро ВОЗ, 2012 – электронный доступ
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/174654/e96638-Rus.pdf, по состоянию на 10 декабря 2013 г.
- iv Выявление факторов риска и начальных проявлений сердечно-сосудистых заболеваний при амбулаторном обследовании лиц трудоспособного возраста /Докина Е.Д., Дорофеева Е.В., Дубровина Е.В., Алексева Л.А., Сидоренко Б.А. // Кардиология. – 2011. - №10. – С. 75-80
- v Курс на оздоровление: Европейская стратегия профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями. Копенгаген, Европейское региональное бюро ВОЗ, 2006 – электронный доступ (<http://www.euro.who.int/document/e89306R.pdf>, по состоянию на 10 декабря 2013 г.)
- vi Мазур Н.А. Внезапная смерть (стратификация риска и профилактика)// Сердце: Журнал для практикующих врачей. — 2006. - № 1. – С. 24-32.
- vii Evaluation of Blood Pressure Control using a New Arterial Stiffness Parameter, Cardio-ankle Vascular Index (CAVI) / Shirai K., et al//Current Hypertension Reviews. – 2013. – Vol. 9. – P. 66-75
- viii Arterial stiffness evaluation by CAVI and its related factors analysis in 6834 Chinese population [abstract]. /Wang Hongyu, et al //Journal of Clinical Hypertension. – 2012. – Vol.14, Suppl 1. – P. 184
- ix Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives./ Shirai K., et al// J Atheroscler Thromb. – 2011. - Vol. 18, № 11. – P. 924-938
- x Клиническое значение определения эластических свойств сосудов и уровней артериального давления в различных сосудистых бассейнах у больных артериальной гипертензией /Милягина Ирина Викторовна// Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. - Смоленск – 2008. –43 с.
- xi Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index A Scientific Statement From the American Heart Association /Victor Aboyans, et al// Circulation. – 2012. – Vol. 126. – P. 2890-2909
- xii Zierler RE, Sumner DS, “Physiologic Assessment of Peripheral Arterial Occlusive Disease”, Chapter 6 Vascular Surgery 4th Edition1:85-117 WB Saunders CO., Orlando FL 1995
- xiii A Comparison between Brachial and Echocardiographic Systolic Time Intervals /Ho-Ming Su, et al// PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8, issue 2. - e55840
- xiv Фундаментальная клиническая физиология/ Под ред. А.Г. Камкина и А.А. Каменского. Москва: издательский центр «Академия», 2004. С.31-43.

-
- xv Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart Disease? The Framingham heart study. /Franklin SS, et al// *Circulation*. – 1999. – Vol. 100, N 4. – P. 354-360.
- xvi Large Artery Stiffness Predicts Ischemic Threshold in Patients With Coronary Artery Disease /Bronwyn A., et al// *Journal of the American College of Cardiology*. – 2002. - Vol. 40, No. 4. – P. 773–779
- xvii Effects of central arterial aging on the structure and function of the peripheral vasculature: implications for end-organ damage /Gary F. Mitchell// *J Appl Physiol*. – 2008. – Vol. 105. – P. 1652–1660
- xviii Arterial Stiffness and Risk of Coronary Heart Disease and Stroke: The Rotterdam Study/ Francesco U.S. Mattace-Raso, et al// *Circulation*. – 2006. - Vol. 113. – P. 657-663
- xix Associations of plasma homocysteine level with brachial-ankle pulse wave velocity, LDL atherogenicity, and inflammation profile in healthy men. / Yun J, et al// *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. – 2011. - Vol. 21, № 2. - P. 136-43
- xx Pulse wave velocity in familial combined hyperlipidemia. / Avest E, et al. // *Am J Hypertens*. – 2007. - Vol. 20. – P. 263-269
- xxi Diabetes mellitus and renal failure: effects on large artery stiffness./ Aoun S., et al// *J Hum Hypertens*. – 2001. - Vol. 15, N 10. – P. 693-700.
- xxii Determinants of pulse wave velocity in healthy people and in the presence of cardiovascular risk factors: ‘establishing normal and reference values’ / The Reference Values for Arterial Stiffness’ Collaboration // *European Heart Journal*/ - 2010. - Vol. 31. – P. 2338–2350
- xxiii Relationships between high-sensitive C-reactive protein and markers of arterial stiffness in hypertensive patients. Differences by sex / Manuel A Gomez-Marcos et al. // *BMC Cardiovascular Disorders* 2012, 12:37. - электронный доступ <http://www.biomedcentral.com/1471-2261/12/37>
- xxiv Racial Differences in Arterial Stiffness and Microcirculatory Function Between Black and White Americans / Alanna A. Morris, et al// *J Am Heart Assoc*. – 2013. - Vol. 2. - e002154 doi: 10.1161/JAHA.112.002154
- xxv Arterial Stiffness and Cardiovascular Events: The Framingham Heart Study/ Gary F. Mitchell et al// *Circulation*.- 2010. - Vol. 121. – P. 505-511
- xxvi Aortic pulse wave velocity predicts cardiovascular mortality in subjects >70 years of age. /Meaume S, et al. // *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. – 2001. – Vol. 21. – P. 2046-2050
- xxvii Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. /Blacher J, et al // *Circulation*. – 1999. – Vol. 99. – P. 2434-2437
- xxviii Aortic pulse-wave velocity and its relationship to mortality in diabetes and glucose intolerance: an integrated index of vascular function? /Cruickshank K, et al// *Circulation*. – 2002. – Vol. 106. – P. 2085-2090
- xxix Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. /Blacher J, et al// *Hypertension*. – 1999. – Vol. 33. – P. 1111-1117
- xxx Risk prediction is improved by adding markers of subclinical organ damage to SCORE /Thomas Sehestedt et al // *European Heart Journal*. – 2010. – Vol. 31. – P. 883–891
- xxxi Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality With Arterial Stiffness: A Systematic Review and Meta-Analysis / Charalambos Vlachopoulos, Konstantinos Aznaouridis, Christodoulos Stefanadis// *J Am Coll Cardiol*. – 2010. - Vol. 55. – P. 1318–1327
- xxxii Effects of central arterial aging on the structure and function of the peripheral vasculature: implications for end-organ damage/ Gary F. Mitchel// *J Appl Physiol*. - 2008.- Vol. 105. – P. 1652–1660
- xxxiii European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice:

executive summary. Fourth joint task force of the European society of cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts) /Graham I, et al //EurJCardiovasc Prev Rehab. – 2007. – Vol. 14. – P. E1–E40.

xxxiv 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) /Authors/Task Force Members: Giuseppe Mancia et al.// European Heart Journal. – 2013. - Vol. 34. – P. 2159–2219

xxxv A. Mahmud, J. Feely Antihypertensive drugs and arterial stiffness // Expert Rev Cardiovasc Ther. – 2003. - Vol.1. - P. 65–78

xxxvi Angiotensin converting enzyme inhibitors effect on arterial stiffness and wave reflections: a meta-analysis and meta-regression of randomised controlled trials. /Shahin Y, Khan JA, Chetter I.// Atherosclerosis. – 2012. - Vol. 221, № 1. – P. 18-33

xxxvii Коррекция эндотелиальной дисфункции и нарушений эластических параметров периферических сосудов у больных артериальной гипертензией на фоне различной гипотензивной терапии / Мартынов А.И., Шаркова Н.Е., Пак Л.С., Баранов А.П., Обухов А.А.// Лечебное дело. – 2010. - № 3. – С. 62-69

xxxviii Meta-analysis of the comparative effects of different classes of antihypertensive agents on brachial and central systolic blood pressure, and augmentation index / Charlotte H. Manisty, Alun D. Hughes// Br J Clin Pharmacol. – 2012. - Vol. 75, №1. – P. 79–92

xxxix Effect of atenolol vs metoprolol succinate on vascular function in patients with hypertension /K.S. Heffernan, et al.//Clin Cardiol. – 2011. - Vol.34. - P. 39–44

xl Williams B. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study / B. Williams, P.S. Lacy, S.M. Thom // Circulation. – 2006. – Vol. 113. – P. 1213–1225.

xli Effects of antihypertensive drugs on central blood pressure in humans: a preliminary observation./ Agnoletti D., et al.// Am J Hypertens. – 2013. - Vol.26, № 8. – P. 1045-1052

xlii Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. /Sacks FM, et al. //N Engl J Med. – 2001 – Vol. 344. – P. 3–10

xliii The n-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid increase systemic arterial compliance in humans. /Nestel P, et al. //Am J Clin Nutr. – 2002. – Vol. 76. – P. 326–330

xliv Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. /Tanaka H, et al. //Circulation. – 2000. – Vol. 102. – P. 1270–1275.

xlv Effect of ultra-low-dose estradiol and dydrogesterone on arterial stiffness in postmenopausal women./ Matsui S, et al. // Climacteric. – 2014. – Vol. 17, N 2. – P. 191-196

xlvi Alcohol consumption and arterial stiffness in men./ Sierksma A, et al. //J Hypertens. – 2004. – Vol. 22. – P. 357–362

xlvii Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity./ Van Bortel LM et al.// J Hypertens. – 2012. - Vol. 30, №3. – P. 445-448

xlviii Определение раннего ремоделирования (старения) сосудов /В.А. Милягин, Ю.Н. Лексина, И.В. Милягина//Архив внутренней медицины. - 2012. - № 4 - электронный доступ - <http://medarhive.ru/2012/22012-/107.html>

xlix Correlation of cardio-ankle vascular index, ten-year risk assessment and other atherosclerosis risk factors./ Mayer L., et al.// Coll Antropol. – 2011. - Vol. 35, № 1. – P. 167-172.

-
- l Serial assessment of arterial stiffness by cardio-ankle vascular index for prediction of future cardiovascular events in patients with coronary artery disease. / Otsuka K, et al // *Hypertens Res.* 2014 Jul 10. doi: 10.1038/hr.2014.116.
- li A cutoff point for arterial stiffness using the cardio-ankle vascular index based on carotid arteriosclerosis/Huaqing Hu, et al. // *Hypertension Research.* – 2013. - Vol. 36. - P. 334-341
- lii Cardio-ankle vascular index reflects coronary atherosclerosis in patients with abnormal glucose metabolism: Assessment with 256 slice multi-detector computed tomography / Hyo Eun Park, et al. // *Journal of Cardiology.* – 2012. - Vol. 60. – C. 372–376
- liii Cardio-ankle vascular index is independently associated with the severity of coronary atherosclerosis and left ventricular function in patients with ischemic heart disease. /Miyoshi T., et al. // *J Atheroscler Thromb.* – 2010. - Vol. 31, № 17. – P. 249-258.
- liv Cross-linking of glycated collagen in the pathogenesis of arterial and myocardial stiffening of aging and diabetes. /Aronson D, J // *Hypertens.* – 2003. – Vol. 21, N 1. – P. 3-12.
- lv Association of new arterial stiffness parameter, the cardio-ankle vascular index, with left ventricular diastolic function / Sakane K, et al. // *J Atheroscler Thromb.* – 2008. – Vol. 15, №5. – P. 261-268
- lvi Arterial Stiffness Is Associated With Left Ventricular Diastolic Function in Patients With Cardiovascular Risk Factors: Early Detection With the Use of Cardio-Ankle Vascular Index and Ultrasonic Strain Imaging / Yukio Mizuguchi, et al. // *Journal of Cardiac Failure.* – 2007. – Vol. 13, Issue 9. – P. 744-751
- lvii Establishment of the Cardio-Ankle Vascular Index in Patients With Obstructive Sleep Apnea / Takiko Kumagai, et al.// *CHEST.* – 2009. - Vol. 136. – P. 779 –786
- lviii Investigating the association of cardiovascular effects with personal exposure to particle components and sources. /Wu CF, et al.// *Sci Total Environ.* – 2012. – Vol. 431. - P. 176-182
- lix Effects of Personal Exposure to Particulate Matter and Ozone on Arterial Stiffness and Heart Rate Variability in Healthy Adults /Chang-fu Wu, et al// *American Journal of Epidemiology.* – 2010. – Vol. 171. – P. 1299–1309
- lx Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives. /Shirai K., et al. // *J Atheroscler Thromb.* -2011. – Vol. 18, N 11. – P. 924-938
- ^{lxi} Arterial stiffness, wave reflections, and the risk of coronary artery disease / T. Weber, J. Auer, M. F. O'Rourke et al. // *Circulation.* - 2004. - Vol. 109, No. 2. - P. 184–189
- lxii Large artery stiffness and pulse wave reflection: results of a population-based study./Filipovský J et al.// *Blood Press.* – 2005. - Vol. 14, № 1. – P. 45-52.
- lxiii Radial augmentation index: a useful and easily obtainable parameter for vascular aging./ Kohara K. et al.// *Am J Hypertens.* – 2005. - Vol. 18, № 1. – P. 11S-14S.
- lxiv Enhanced radial late systolic pressure augmentation in hypertensive patients with left ventricular hypertrophy / J. Hashimoto, D. Watabe, R. Hatanaka // *Am. J. Hypertens.* – 2006. – Vol. 19. – P. 27–32.
- lxv Radial augmentation index is a surrogate marker of atherosclerotic burden in a primary prevention cohort. / Rosenbaum D et al. // *Atherosclerosis.* – 2013. - Vol. 231, №2. – P. 436-441
- lxvi Vasoactive Drugs Influence Aortic Augmentation Index Independently of Pulse-Wave Velocity in Healthy Men /R.P. Kelly, et al. // *Hypertension.* – 2001. - Vol.37. – P. 1429-1433.
- lxvii Attenuated radial augmentation index is associated with successful long-term antihypertensive treatment /Y. Ohno, et al. // *Journal of Human Hypertension.* – 2008. - Vol. 22. – P. 144–146
- lxviii Peripheral arterial disease in the elderly: The Rotterdam Study. /Meijer WT, et al. //

-
- Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology. – 1998. – Vol. 18. – P. 185-192.
- lix Peripheral arterial disease detection, awareness, and treatment in primary care /Hirsch AT, et al.// JAMA. – 2001. – Vol. 286. – P. 1317-1324
- lxx Ankle brachial index combined with Framingham Risk Score to Predict Cardiovascular Events and Mortality: A Meta-Analysis. / Fowkes, F.G.R., et al. //JAMA. – 2008. – Vol. 300, N 2. – P. 197–208.
- lxxi Incidence, natural history and cardiovascular events in symptomatic and asymptomatic peripheral arterial disease in the general population./ Leng GC, et al //International journal of epidemiology. – 1996. – Vol. 25. – P. 1172-1181.
- lxxii Femoral plaque echogenicity and cardiovascular risk in claudicants. /Schiano V et al // JACC Cardiovascular imaging. – 2012. – Vol. 5. – P. 348-357.
- lxxiii Incidence, natural history and cardiovascular events in symptomatic and asymptomatic peripheral arterial disease in the general population./ Leng GC, et al //International journal of epidemiology. – 1996. – Vol. 25. – P. 1172-1181.
- lxxiv Asymptomatic peripheral arterial occlusive disease predicted cardiovascular morbidity and mortality in a 7-year follow-up study. /Hooi JD, et al //Journal of clinical epidemiology. – 2004. – Vol.57. – P. 294-300.
- lxxv Ankle-Brachial Index determination and peripheral arterial disease diagnosis by an oscillometric blood pressure device in primary care: validation and diagnostic accuracy study /Mark R Nelson et al //BMJ Open. – 2012. – Vol. 2. -e001689. doi:10.1136/ электронный доступ - bmjopen-2012-001689
- lxxvi ROC analysis of noninvasive tests for peripheral arterial disease. /Lijmer JG, et al //Ultrasound in Med.&Biol. – 1996. – Vol. 22. – P. 391–398
- lxxvii Use of ankle brachial pressure index to predict cardiovascular events and death: a cohort study. /Leng GC, et al //BMJ. – 1996. – Vol. 313. – P. 1440–1445
- lxxviii Risk of mortality and cardiovascular disease associated with the ankle-brachial index: Systematic review. /Heald CL, et al //Atherosclerosis. – 2006. – Vol. 189. – P. 61–69
- lxxix InterSociety consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II). /Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR: on behalf of the TASC II Working Group. //Eur J Vasc Endovasc Surg. – 2007. – Vol. 33. – P. S1–S75
- lxxx Applicability of the ankle-brachial-index measurement as screening device for high cardiovascular risk: an observational study /Bianca LW Bendermacher, et al //BMC Cardiovascular Disorders. – 2012. – 12:59: электронный доступ - <http://www.biomedcentral.com/1471-2261/12/59>
- lxxxi Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement From the American Heart Association /Victor Aboyans, et al //Circulation. – 2012. – Vol. 126. – P. 2890-2909
- lxxxii The association between elevated ankle systolic pressures and peripheral occlusive arterial disease in diabetic and nondiabetic subjects /Aboyans V, et al. //J Vasc Surg. – Vol. 2008, N48. – P. 1197–1203
- lxxxiii Prevalence of Raynaud’s phenomenon in Great Britain and its relation to hand transmitted vibration: a national postal survey/Keith T Palmer, et al. //Occup Environ Med. – 2000. – Vol. 57. – P. 448–452
- lxxxiv Annual incidence of non-specific low back pain as an occupational disease attributed to whole-body vibration according to the National Dutch Register 2005–2012/ P. Paul F.M. Kuije et al.// Ergonomics. – 2014. - DOI:10.1080/00140139.2014.915991
- lxxxv Screening for cardiovascular risk in asymptomatic patients. /Berger JS, Jordan CO, Lloyd-Jones D, Blumenthal RS. //J Am Coll Cardiol. – 2010. – Vol. 55. – P. 1169 – 1177

Методические рекомендации

Рыбина Т.М.

Кардаш О.Ф.

Турлюк Д.В.

Сушинская Т.М.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСУДОВ МЕТОДОМ СФИГМОМЕТРИИ У РАБОТНИКОВ