

**ОЦЕНКА СЕРДЕЧНО-ЛОДЫЖЕЧНОГО СОСУДИСТОГО ИНДЕКСА
У ПАЦИЕНТОВ С КЛИНИЧЕСКИМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ АТЕРОСКЛЕРОЗА****А.Н. Сумин, А.В. Щеглова***ФГБНУ «НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»
650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 6*

Жесткость артерий является интегральным показателем состояния сосудистой стенки, поэтому находит широкое применение в кардиологической практике. В последнее время предложен новый маркер жесткости артерий – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ) или в англоязычном варианте – САVI (cardio-anklevascular index), не зависящий от уровня артериального давления, что делает его более точным и удобным при динамической оценке состояния больных. Хотя показатель СЛСИ чаще применяется в скрининговых целях и для оценки сердечно-сосудистого риска, возможно его использование и у больных с уже имеющимися сердечно-сосудистыми заболеваниями. Настоящий обзор посвящен возможностям использования СЛСИ у больных атеросклерозом различной локализации, прежде всего у больных со стабильной ишемической болезнью сердца и с нарушениями мозгового кровообращения.

Ключевые слова: сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, атеросклероз.

Жесткость артерий является интегральным показателем состояния сосудистой стенки, поэтому находит широкое применение в кардиологической практике. Согласно консенсусу экспертов Европейского общества кардиологов, повышение жесткости артериальной стенки является независимым предиктором развития сердечно-сосудистых заболеваний и осложнений [1, 2] и рассматривается как признак субклинического поражения артерий [3, 4].

В когортных и популяционных исследованиях показано [5], что повышение жесткости сосудов, выражавшееся в увеличении скорости распространения пульсовой волны (СРПВ), связано с возрастанием риска больших сердечно-сосудистых событий, как первичных, так и повторных [6, 7]. Дополнительная оценка показателей жесткости сосудов существенно уточняет степень риска у лиц с промежуточным риском сердечно-сосудистых заболеваний, рассмотрение данного показателя предоставляет новую и клинически значимую информацию в дополнение к получаемой при использовании стандартных прогностических факторов [7, 8]. Кроме того, продемонстрировано, что сохраняющееся повышение СРПВ во время лечения артериаль-

ной гипертензии или других сердечно-сосудистых заболеваний связано с увеличением риска неблагоприятного исхода [9, 10]. В недавнем мета-анализе показано, что более высокие значения СРПВ ассоциировались с повышенным риском развития ишемической болезни сердца (ИБС), инсульта и сердечно-сосудистых событий в целом. Важно отметить, что относительный риск был наиболее высоким у более молодых лиц, у которых существует возможность ранней идентификации, модификации образа жизни и уменьшения или предотвращения необратимого ухудшения структуры артериальной стенки [7].

Оценка состояния сосудистой стенки (наряду с лодыжечно-плечевым индексом) входит в стандарты обследования больных артериальной гипертензией [4], однако до сих пор не является рутинной в реальной клинической практике. Возможно, дело не только в инертности практических врачей, недостатке времени или аппаратных средств [11]. Так, в рекомендациях АССФ/АНА по оценке кардиоваскулярного риска [12] оценка жесткости артерий не рекомендуется при обследовании лиц с отсутствием симптомов (класс IIIС). Мнение экспертов ос-

Сумин Алексей Николаевич – д-р мед. наук, зав. отделом мультифокального атеросклероза, e-mail: sumian@kemcardio.ru; an_sumin@mail.ru

Щеглова Анна Викторовна – канд. мед. наук, младший научный сотрудник лаборатории патологии кровообращения отдела мультифокального атеросклероза, e-mail: nura.karpovitch@yandex.ru

новывалось на том, что существующие протоколы оценки жесткости сосудов не стандартизированы, не установлены процедуры контроля качества для них, существуют проблемы воспроизводимости результатов и их зависимости от оператора, а также сохраняется необходимость определения пороговых значений показателей [12]. Большинства из этих недостатков лишен новый маркер жесткости артерий – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ) или в англоязычном варианте – CAVI (cardio-anklevascular index), не зависящий от уровня артериального давления (АД), что делает его более точным и удобным при динамической оценке состояния больных [13, 14].

Хотя показатель СЛСИ чаще применяется в скрининговых целях и для оценки сердечно-сосудистого риска [5], возможно его использование и у больных с атеросклерозом различной локализации. О наличии связи между атеросклерозом и ригидностью артериальной стенки не существует единого мнения. В ряде работ не обнаружено корреляций между эластичностью сосудов и наличием в них атероматозных бляшек. Проведенные ранее исследования показали, что снижение эластичности сосудов свидетельствует о прогрессировании атеросклероза и ассоциируется с общей распространенностью атеросклеротического процесса. Но даже исследователи, признающие, что такая связь существует, предлагают достаточно противоречивые теории для ее объяснения. Имеются гипотезы о ведущей роли атеросклероза, который на определенном этапе приводит к повышению ригидности артерий. Как альтернатива, предполагается, что возрастающая жесткость артерии вызывает поражение сосудистой стенки и развитие атеросклероза. Настоящий обзор посвящен возможностям использования СЛСИ у больных атеросклерозом различной локализации.

Сфера его применения у данной категории пациентов достаточно обширная и включает следующие направления:

- выявление больных с субклиническими признаками атеросклероза (прежде всего утолщение комплекса интима-медиа (КИМ) и бессимптомный атеросклероз коронарных и каротидных артерий);
- оценка тяжести коронарного атеросклероза и прогноза у больных ИБС;
- оценка тяжести неврологических нарушений и прогноза у больных с острым нарушением мозгового кровообращения;
- оценка эффективности вторичной профилактики и реабилитации у больных ИБС и заболеваниями сосудов головного мозга.

СЕРДЕЧНО-ЛОДЫЖЕЧНЫЙ СОСУДИСТЫЙ ИНДЕКС У БОЛЬНЫХ ИБС

У больных ИБС наличие патологического СЛСИ (>9,0) ассоциировалось с увеличением возраста пациентов, большей частотой выявления артериальной гипертензии, сахарного диабета и поражения некоронарных артерий [15]. Следует признать, что в популяционных исследованиях выявлены несколько другие закономерности, получены данные о взаимосвязи СЛСИ с общим холестерином, также выявлена положительная и отрицательная корреляция с липопротеидами высокой плотности (ЛПВП) и липопротеидами низкой плотности (ЛПНП) [16]. Значения СЛСИ были выше у больных с дислипидемией (8,08; 95 % ДИ 6,00–10,05) по сравнению с контрольной группой (7,11; 95 % ДИ 5,77–9,05; $p < 0,01$) [17], отмечена корреляция уровня триглицеридов с СЛСИ [18]. У больных с артериальной гипертензией при низкой толерантности к физической нагрузке значения СЛСИ оказались выше ($8,50 \pm 0,12$), чем у больных с более высоким уровнем потребления кислорода при спироэргометрии ($7,91 \pm 0,13$; $p < 0,05$), а также по сравнению со здоровыми лицами ($8,02 \pm 0,18$; $p < 0,05$) [19]. Значения СЛСИ были наибольшими у курильщиков ($7,81 \pm 0,02$), меньше – у куривших ранее лиц ($7,70 \pm 0,02$) и наименьшими – у некурящих ($7,64 \pm 0,02$; для всех групп $p < 0,05$). При множественном регрессионном анализе число выкуриваемых сигарет в день было ассоциировано с индексом СЛСИ ($p < 0,01$) [20].

Следует отметить, что у больных ИБС не все изученные факторы коррелируют со значениями СЛСИ. В отечественных исследованиях не обнаружены ассоциации данного показателя с наличием дислипидемии [21, 22], а для индекса массы тела [21, 22] и курения [21] отмечена обратная зависимость. По-видимому, эти показатели проявляли себя на более ранних этапах развития сердечно-сосудистого континуума, а затем уступили место в дальнейшем развитии другим факторам [22]. Можно также предположить, что на эту взаимосвязь могут влиять особенности отечественной популяции больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями [22–24].

Взаимосвязь патологического СЛСИ с поражением коронарных сосудов четко прослеживается при проведении диагностической коронароангиографии у больных ИБС [25–29]. Отмечено, что СЛСИ был выше в группах с поражением двух и трех коронарных артерий (КА) по сравнению с пациентами с односторонним поражением. Например, у больных с поражением трех коронарных артерий этот

индекс составил $10,65 \pm 1,41$, при поражении двух – $10,34 \pm 1,80$, при однососудистом поражении – $9,29 \pm 1,32$ ($p < 0,01$ по сравнению с двумя предыдущими группами) [25]. В схожей по дизайну работе у 443 последовательных больных СЛСИ был существенно ($p < 0,0001$) связан с числом пораженных КА, эта связь сохранялась и при множественном логистическом регрессионном анализе ($p = 0,034$) [26]. В более поздней работе [27] отмечена связь СЛСИ не только с числом пораженных коронарных артерий, но и со степенью и протяженностью стенозов КА. В работе отечественных авторов показано, что при наличии гемодинамически значимых стенозов КА индекс СЛСИ превышал 9,0; чувствительность СЛСИ в выявлении гемодинамически значимых стенозов КА составила 75 %, а специфичность – 93 % [30]. При пошаговом логистическом регрессионном анализе только СЛСИ был независимым предиктором тяжести коронарного атеросклероза, но не показатели дуплексного сканирования сонных артерий (средняя толщина КИМ, максимальная толщина КИМ, размеры бляшки) [25]. Также СЛСИ имел существенную корреляционную связь с процентом площади атеросклеротических бляшек по данным внутрисосудистого ультразвукового исследования КА ($r = 0,649$, $p < 0,0001$) [28]. Увеличение СЛСИ ассоциировано не только с распространенностью коронарного атеросклероза у больных ИБС [25, 28], но также является независимым предиктором повышения кальциевого индекса и степени коронарных стенозов у асимптомных больных с нарушениями углеводного обмена [31]. При учете возраста, пола, наличия артериальной гипертензии, СД и дислипидемии значение СЛСИ $\geq 8,0$ связывалось с выраженным кальцинозом КА (индекс кальциноза ≥ 300 ед. по Агатстону) [31]. Также показано, что у больных сахарным диабетом 2 типа СЛСИ позитивно коррелировал с кальциевым индексом коронарных артерий при мультиспиральной компьютерной томографии ($r = 0,303$, $p < 0,0001$) [32]. Отмечена ассоциация СЛСИ со значениями по шкале Syntax, которые являются важным прогностическим признаком при остром коронарном событии (ОКС) и реваскуляризации миокарда [29].

Тем не менее не во всех когортах обследованных больных ИБС отмечена взаимосвязь между значениями СЛСИ и степенью поражения коронарного русла. В частности, этого не удалось выявить среди больных, обследованных перед операцией коронарного шунтирования [15]. Среди возможных причин можно отметить, что у данной категории пациентов у всех

имеются гемодинамически значимые стенозы хотя бы одной КА, а в предыдущих исследованиях значимые различия СЛСИ в таких случаях выявляли далеко не всегда. Так, в работе М. Kanamoto et al. [33] значимые отличия отмечались между пациентами с отсутствием поражения КА и наличием значимых стенозов КА ($8,34 \pm 1,01$ и $9,95 \pm 1,22$ соответственно, $p < 0,01$). В то же время различия между значениями данного индекса при поражении одной, двух и трех КА отсутствовали ($10,27 \pm 1,46$, $10,75 \pm 2,01$ и $9,56 \pm 0,98$ соответственно, $p > 0,05$).

Данные, полученные К. Nakamura et al., подтверждают диагностическую значимость СЛСИ для оценки атеросклероза. Пациентам с коронарным атеросклерозом определяли толщину КИМ сонных артерий методом ультразвуковой доплерографии (УЗДГ), так же с помощью VaSera измеряли СЛСИ. Установлено, что СЛСИ обладал наибольшей диагностической чувствительностью и специфичностью в отношении коронарного атеросклероза по сравнению с КИМ сонной артерии. Однако максимальная толщина КИМ имела четкую корреляцию с СЛСИ. Полученные результаты позволяют предположить, что СЛСИ отражает системный атеросклероз, включая поражение сонных и коронарных артерий [25]. Существуют сведения о корреляции между СЛСИ и толщиной КИМ в общей популяции [16] и у больных с артериальной гипертензией [34]. Некоторые авторы указывают на взаимосвязь данного показателя с наличием атеросклеротических бляшек в сонной артерии [16, 18, 26].

В настоящее время есть сведения о прогностическом значении оценки СЛСИ у больных ИБС [15, 36, 37]. Так, у больных ИБС перед выполнением операции коронарного шунтирования патологический СЛСИ ($> 9,0$) выявлен в 35 % случаев и его наличие негативно влияло на непосредственные результаты коронарного шунтирования (КШ). У таких пациентов было больше периоперационных осложнений, в том числе острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК) и летальных исходов ($p = 0,05$ и $p = 0,02$ соответственно). При однофакторном анализе вероятность осложнений возрастала с увеличением СЛСИ ($p = 0,003$), возраста ($p < 0,001$), наличием стенозов некоронарных артерий ≥ 50 % ($p = 0,00004$), увеличением времени искусственного кровообращения ($p < 0,001$), при наложении не менее трех коронарных шунтов ($p = 0,0036$), а также при сочетании КШ с каротидной эндартерэктомией ($p = 0,04$). Со снижением риска осложнений КШ были связаны операции с наложением одного коронарного

шунта ($p = 0,04$). При многофакторном анализе повышенная жесткость артерий не имела независимого влияния на непосредственные результаты КШ в отличие от таких факторов, как длительность искусственного кровообращения (ИК) и возраст пациентов (ОШ 1,02; 95 % ДИ 1,01–1,02, $p < 0,001$ и ОШ 1,1; 95 % ДИ 1,07–1,1, $p < 0,001$ соответственно) [15]. При наблюдении за пациентами в течение года после КШ у больных с патологическим СЛСИ чаще отмечался неблагоприятный годовой прогноз в 34 (28,3 %) случаев по сравнению с больными с нормальным значением СЛСИ – у 42 (19,0 %) больных ($p = 0,048$). Вероятность возникновения комбинированной конечной точки (ККТ) возрастала с увеличением СЛСИ ($p = 0,04$), наличием стенозов каротидных артерий с двух сторон ($p = 0,01$), а также при сочетании КШ с тромбэктомией ($p = 0,04$). При многофакторном анализе независимая взаимосвязь с риском развития ККТ отмечена при наличии стенозов каротидных артерий с двух сторон и увеличении СЛСИ (ОШ 2,5; 95 % ДИ 1,26–5,08, $p = 0,008$ и ОШ 1,7; 95 % ДИ 1,0–2,9, $p = 0,02$ соответственно) [37].

В работе К. Otsuka et al. [36] у больных ИБС оценивали СЛСИ в динамике через полгода на фоне воздействий на факторы риска атеросклероза. Примерно у половины больных с исходными патологическими значениями данного показателя отмечено улучшение СЛСИ, у другой он остался без изменений. При последующем наблюдении в течение $2,9 \pm 1,0$ года, сердечно-сосудистые события развились у 13 % больных. Постоянно патологический СЛСИ был независимым предиктором сердечно-сосудистых осложнений у больных ИБС ($p = 0,01$), независимо от исходного СЛСИ. При этом исходы данных осложнений были хуже у пациентов с постоянным патологическим СЛСИ по сравнению с больными с улучшением СЛСИ в динамике ($p < 0,001$). Авторы данной работы предлагают серийную оценку СЛСИ у больных ИБС для оценки прогноза у данной категории пациентов [36].

Можно отметить два важных аспекта проблемы. Во-первых, имеется клиническое и прогностическое обоснование для повторных измерений СЛСИ у больных ИБС. С этим наблюдением вполне согласуются данные S. Oberoi et al. [38] о том, что прогрессирование жесткости аорты было связано с прогрессированием коронарного атеросклероза, полученные с помощью динамической оценки данных мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерий. Во-вторых, целенаправленные воздействия на факторы риска у больных ИБС способ-

ны положительно влиять на значения СЛСИ, что согласуется с полученными ранее результатами на других когортах обследованных [39, 40]. В исследовании Y. Miyashita et al. сообщалось, что после лечения статинами в течение одного года значения СЛСИ снижались [41]. Сходным влиянием на жесткость артерий обладали антигипертензивные препараты [42–44], снижение веса [45], прекращение курения [46] и достижение нормогликемии при сахарном диабете [47].

СЛСИ У БОЛЬНЫХ ОНМК (ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ)

В недавно проведенном исследовании из общего числа больных с острым нарушением мозгового кровообращения почти у половины выявлен патологический СЛСИ. У таких больных чаще выявляли стрессорные условия повседневной жизни, гиподинамию, они реже работали, у них более редко было высшее образование по сравнению с пациентами с нормальным СЛСИ. Также у данной категории больных чаще выявляли сахарный диабет, клинические проявления периферического атеросклероза, наличие хронической сердечной недостаточности (ХСН) и фибрилляции предсердий. В то же время по неврологическому статусу существенных различий больные с нормальными и патологическими значениями СЛСИ не различались (А.Н. Сумин, в печати).

По-видимому, при цереброваскулярной патологии значение СЛСИ состоит не в оценке тяжести клинических проявлений болезни, но в его способности обнаруживать тонкие и субклинические внутричерепные сосудистые патологии [5]. СЛСИ является независимым фактором, ассоциированным с церебральными микрокровоизлияниями у больных с ишемическим инсультом [48], а также независимо коррелирует с бессимптомными инфарктами мозга [49]. Более того, наличие патологии малых церебральных сосудов у асимптомных больных молодого и среднего возраста было существенно связано со значениями СЛСИ [50].

Оценка СЛСИ у больных с цереброваскулярной патологией проводилась преимущественно в японских исследованиях. Так, при обследовании асимптомных лиц молодого и среднего возраста выявлена существенная ассоциация СЛСИ с поражением мелких церебральных сосудов по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга (ОШ 1,889; 95 % ДИ 1,094–3,263, $p = 0,002$) [50]. Также у больных без инсультов или транзиторных ишемических атак в анамнезе значения СЛСИ $\geq 9,2$ были ассоциированы с выявлением бессимп-

томных инфарктов мозга (ОШ 2,34; 95 % ДИ 1,16–5,02 [49]. С другой стороны, у больных с цереброваскулярными заболеваниями значения СЛСИ были выше, чем в контроле [35]. Если в контрольной группе (возраст 65,1±9,4 года) СЛСИ составил 9,05±0,82, то у больных с транзиторной ишемической атакой – 9,3±1,5, при ишемическом поражении белого вещества – 10,3±1,3 ($p = 0,002$ по сравнению с контролем), атеросклерозе крупных артерий – 10,2±1,2 ($p = 0,005$ по сравнению с контролем) и при окклюзии малых артерий – 10,0±1,6 ($p < 0,001$ по сравнению с контролем) [35].

При обследовании 842 больных с атеротромботическим подтипом ишемического инсульта отмечено, что СЛСИ был наименьшим в группе контроля, выше – у больных с малым инсультом и самым высоким – у пациентов с обширным инсультом. Значения СЛСИ более 9,5 были ассоциированы с вероятностью выявления атеросклеротического ишемического инсульта (ОШ 1,44; 95 % ДИ 1,24–1,70; $p < 0,001$) [51]. Установлено, что уровень СЛСИ был значительно выше в группе пациентов с ОНМК с микрокровоизлияниями (10,5 против 8,6, $p < 0,001$). Высокий уровень СЛСИ был независимо связан с наличием микрокровоизлияний у пациентов с острым ишемическим инсультом [48]. Соответственно, результаты этих исследований показывают, что хотя СЛСИ является показателем атеросклероза в больших артериях между аортальным клапаном и лодыжкой, он может отражать и тяжесть церебрального атеросклероза. Также заслуживает внимания, что СЛСИ успешно использовался для оценки сосудистого восстановления после интенсивной реабилитации у больных после инсульта [52].

В китайском исследовании СЛСИ был позитивно ассоциирован с каротидным атеросклерозом. По сравнению с лицами со значениями СЛСИ в нижней терции (5,15–7,40), значения в средней (7,41–8,65) и верхней (8,66–13,60) терциях повышали вероятность его выявления ($p = 0,007$ для тренда). По мнению авторов, для предсказания наличия каротидного атеросклероза СЛСИ $\geq 8,0$ может быть оптимальным критерием [53]. При линейном регрессионном анализе выявлена также существенная связь между СЛСИ и выраженностью атеросклероза в каротидных артериях у больных с цереброваскулярными заболеваниями ($p < 0,05$) [35].

В недавнем исследовании не удалось выявить взаимосвязи патологического СЛСИ с нарушениями когнитивной функции, наоборот, корреляционная взаимосвязь между этими показателями была обратная (А.Н. Сумин, в печа-

ти). Это расходится с имеющимися данными о том, что у пожилых пациентов высокие значения СЛСИ были ассоциированы со снижением когнитивной функции даже после стандартизации по возрасту, росту, весу и полу [54]. По-видимому, на когнитивную функцию у больных с острым нарушением мозгового кровообращения помимо повышения жесткости артериальной стенки влияют также тип инсульта и преимущественная локализация поражения.

Каково клиническое значение определения СЛСИ у больных с цереброваскулярными заболеваниями? Во-первых, выявление патологического СЛСИ позволяет выявить среди пациентов, перенесших ОНМК, больных с более выраженным поражением сосудистой стенки и необходимостью дополнительных мероприятий по вторичной профилактике. Во-вторых, у бессимптомных больных оценка СЛСИ может помочь в выявлении поражений вещества и артерий головного мозга, наличия ранних когнитивных нарушений [54]. Также определение СЛСИ может быть использовано для оценки эффективности лечебных [55], реабилитационных [52] и профилактических мероприятий [56, 57]. Так, после физической тренировки отмечено снижение СЛСИ [57], курс интенсивных силовых тренировок после инсульта привел к снижению СЛСИ и повышению лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) [52]. Наличие распространенного атеросклероза является важным не только клиническим [58], но и прогностическим [59] фактором у больных с ишемическим инсультом. В отношении СЛСИ таких данных для пациентов с ОНМК пока нет, хотя есть данные по связи СЛСИ с прогнозом больных ИБС [36, 37], поэтому прогностическое значение этого индекса у больных с острым нарушением мозгового кровообращения требует дальнейшего изучения.

Таким образом, у больных с острым нарушением мозгового кровообращения патологический СЛСИ выявлен в 45,4 % случаев, патологический ЛПИ ($< 0,9$) – в 19,8 % случаев. У больных с патологическими СЛСИ и ЛПИ чаще выявляли стрессорные условия повседневной жизни, гиподинамию, они реже работали, у них более редко было высшее образование по сравнению с пациентами с нормальным СЛСИ. Также у данной категории больных чаще выявляли сахарный диабет, клинические проявления периферического атеросклероза, наличие ХСН и фибрилляции предсердий. Установлено, что ишемический инсульт наиболее часто встречается у пациентов с наличием периферического атеросклероза и с повышенной жесткостью сосудистой стенки. В то же время по неврологи-

ческому статусу существенных различий больные с нормальными и патологическими значениями СЛСИ не различались. Оценка СЛСИ и ЛПИ целесообразно у больных с ишемическим инсультом для выявления пациентов с повышенной жесткостью артериальной стенки и периферическим атеросклерозом и проведения у них целенаправленных профилактических мероприятий.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛСИ В КЛИНИЧЕСКИ УСЛОВИЯХ

Нормативные значения СЛСИ разработаны прежде всего в японской популяции, в последнее время рекомендуют применять следующие критерии: нормальные значения СЛСИ до 8,0, пограничные – 8,0–9,0 и патологические – более 9,0 [60]. При обследовании здоровых лиц в других странах отмечены различия в значениях данного показателя [61–65], что, по-видимому, должно отражаться и на его нормативах в том или ином регионе. С учетом данных исследования ЭССЕ–РФ А.Н. Рогоза и соавт. [11] предложили в качестве нормативных значений в российских условиях использовать для этой цели 90-е процентиля в соответствующих возрастных группах, что составляет 7,1 (25–29 лет), 7,5 (30–39 лет), 7,8 (40–49 лет) и 8,9 (50–64 года). Схожий подход предложен по данным исследования СЛСИ у здоровых лиц в Смоленской области: для лиц моложе 30 лет предельное значение СЛСИ составило 7,6, для возраста 30–40 лет – 8,3, а для лиц старше 40 лет – 9,0 [65]. Данные нормативы еще требуют апробации в клинических условиях, однако уже сейчас выглядит обоснованным учитывать при оценке СЛСИ не только патологические значения этого индекса (более 9,0), но и пограничные (от 8,0 до 9,0), которые также вполне могут свидетельствовать о повышенной жесткости сосудов в российской популяции. Так, по основным клиническим характеристикам (наличие факторов риска, сердечно-сосудистой патологии, сахарного диабета и т.д.) группы обследованных в исследовании ЭССЕ–РФ с пограничным и патологическим СЛСИ были сопоставимы и отличались от лиц с нормальными значениями СЛСИ. Ранее также было показано, что больные ИБС с пограничными значениями СЛСИ по распространенности факторов риска занимают промежуточное положение по сравнению с пациентами с нормальными и патологическими значениями СЛСИ [66].

При использовании СЛСИ в клинической практике надо помнить об ограничениях данного подхода оценки жесткости артериальной

стенки. Так, при оценке СЛСИ у больных с клиническими проявления атеросклероза в коронарном и каротидном артериальных бассейнах следует учитывать возможное наличие стенозов артерий нижних конечностей (частота которых может достигать 17–30 % [67]). При значениях ЛПИ менее 0,9 отмечается снижение показателя СЛСИ, что может привести к некорректной оценке состояния сосудистой стенки [67], у таких пациентов использовать СЛСИ не рекомендуется [68]. Кроме того, большинство полученных в настоящее время данных о клиническом и прогностическом значении данного индекса получены в исследованиях японских авторов. Поскольку существуют различия между наличием факторов риска, образом жизни, социально-экономическими условиями в разных странах, то автоматически переносить эти данные на российские условия нельзя, что и показали отдельные уже проведенные сравнительные исследования [11, 63]. Тем не менее возможности оценки СЛСИ активно изучаются отечественными исследователями, что отражено и в настоящем обзоре, и уже дают основания для широкого использования данного индекса в широкой клинической практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Увеличение СЛСИ наблюдается при многих проявлениях атеросклероза, таких как ишемическая болезнь сердца, атеросклероз сонных артерий, хронические заболевания почек и сосудов головного мозга, и связано с многими факторами коронарного риска, таких как гипертония, сахарный диабет, дислипидемия, курение. Эти клинические данные показывают, что СЛСИ может быть суррогатным маркером атеросклероза, а также прогностическим показателем у данной категории больных. Кроме того, этот индекс уменьшается в относительно короткий период времени в ответ на модификацию образа жизни. В будущем СЛСИ может быть полезным для сравнения тяжести атеросклероза у людей разных популяций. Все это делает обоснованной оценку в динамике СЛСИ не только у лиц с наличием факторов риска, но и у больных ИБС, что позволит отслеживать эффективность лечебных и реабилитационных программ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Van Bortel L.M., Laurent S., Boutouyrie P. et al. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity // J. Hypertens. 2012. Vol. 30. P. 445–448.

2. **Ishione T., Koeda Y., Tanaka F. et al.** Comparison of utility of arterial stiffness parameters for predicting cardiovascular events in the general population // *Int. Heart J.* 2013. Vol. 54, N 3. P. 160–165.
3. **Кардиоваскулярная профилактика. Национальные рекомендации. Кардиоваскулярная терапия и профилактика.** 2011. Т. 10. (Прил. 2).
4. **Рекомендации по лечению артериальной гипертонии ESH/ESC 2013.** Рабочая группа по лечению артериальной гипертонии Европейского Общества Гипертонии (European Society of Hypertension, ESH) и Европейского Общества Кардиологов (European Society of Cardiology, ESC) // *Рос. кардиол. журн.* 2014. Т. 1, № 105. С. 7–94.
5. **Townsend R., Wilkinson I., Schiffrin E. et al.** On behalf of the American Heart Association Council on Hypertension Recommendations for Improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness. A Scientific Statement From the American Heart Association // *Hypertension.* 2015. (В печати)
6. **Vlachopoulos C., Aznaouridis K., Stefanadis C.** Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010. Vol. 55. P. 1318–1327.
7. **Ben-Shlomo Y., Spears M., Boustred C. et al.** Aortic pulse wave velocity improves cardiovascular event prediction: an individual participant metaanalysis of prospective observational data from 17,635 subjects // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014. Vol. 63. P. 636–646.
8. **Mitchell G.F., Hwang S.J., Vasan R.S. et al.** Arterial stiffness and cardiovascular events: the Framingham Heart Study // *Circulation.* 2010. Vol. 121. P. 505–511.
9. **Guerin A.P., Blacher J., Pannier B. et al.** Impact of aortic stiffness attenuation on survival of patients in end-stage renal failure // *Circulation.* 2001. Vol. 103. P. 987–992.
10. **Orlova I.A., Nuraliev E.Y., Yarovaya E.B., Ageev F.T.** Prognostic value of changes in arterial stiffness in men with coronary artery disease // *Vasc. Health Risk Manag.* 2010. Vol. 6. P. 1015–1021.
11. **Рогоза А.Н., Заирова А.Р., Жернакова Ю.В. и др.** Состояние сосудистой стенки в популяции взрослого населения на примере жителей Томска по данным исследования ЭССЕ – РФ // *Системные гипертензии.* 2014. № 4. С. 42–48.
12. **Greenland P., Alpert J.S., Beller G.A. et al.** American College of Cardiology Foundation. American Heart Association. 2010 ACCF/AHA guideline for assessment of cardiovascular risk in asymptomatic adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010. Vol. 56, N 25. P. 50–103.
13. **Shirai K., Utino J., Saiki A. et al.** Evaluation of blood pressure control using a new arterial stiffness parameter, cardio-ankle vascular index (CAVI) // *Curr. Hypertens Rev.* 2013. Vol. 9, N 1. P. 66–75.
14. **Драпкина О.М., Манджиева Б.А.** Сосудистый возраст. Механизмы старения сосудистой стенки. Методы оценки сосудистого возраста // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2014. Т. 5, № 13. С. 72–79.
15. **Сумин А.Н., Щеглова А.В., Барбараш О.Л. и др.** Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс и непосредственные результаты коронарного шунтирования у больных ИБС // *Рос. кардиол. журн.* 2015. Т. 1, № 117. С. 78–84.
16. **Kadota K., Takamura N., Aoyagi K. et al.** Availability of cardio-ankle vascular index (CAVI) as a screening tool for atherosclerosis // *Circ. J.* 2008. Vol. 72. P. 304–308.
17. **Dobsak P., Soska V., Sochor O. et al.** Increased cardio-ankle vascular index in hyperlipidemic patients without diabetes or hypertension // *J. Atheroscler. Thromb.* 2015. Vol. 22, N 3. P. 272–283.
18. **Kawada T., Andou T., Fukumitsu M.** The cardio-ankle vascular index and carotid ultrasound data reflect different concepts of vascular damage // *J. Atheroscler. Thromb.* 2014. Vol. 21, N 10. P. 1098–1100.
19. **Tanisawa K., Ito T., Sun X. et al.** Cardiorespiratory Fitness is a Strong Predictor of the Cardio-ankle Vascular Index in Hypertensive Middle-aged and Elderly Japanese Men // *J. Atheroscler. Thromb.* 2015. Vol. 22, N 4. P. 379–389.
20. **Hata K., Nakagawa T., Mizuno M. et al.** Relationship between smoking and a new index of arterial stiffness, the cardio-ankle vascular index, in male workers: a cross-sectional study // *Tob. Induc. Dis.* 2012. Vol. 28, N 1. P. 11.
21. **Сумин А.Н., Карпович А.В., Барбараш О.Л.** Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс у больных ишемической болезнью сердца: взаимосвязь с распространенностью коронарного и периферического атеросклероза // *Рос. кардиол. журн.* 2012. Т. 2, № 94. С. 27–33.
22. **Гайсёнок О.В., Медведев П.А., Трифонова С.С. и др.** Применение индекса СЛСИ в клинической практике: расчетный сосудистый возраст как инструмент для принятия решения о дополнительном обследовании пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями // *Кардиология.* 2015. № 7. С. 51–56.
23. **Малютина С.К., Палехина Ю.Ю., Рябиков А.Н. и др.** Структурные характеристики стенки сонных артерий у женщин старшего возраста и их проспективные детерминанты в популяции // *Атеросклероз.* 2014. № 3. С. 20–27.
24. **Кузнецов А.А., Христофоров К.Н., Суханов А.В. и др.** Ассоциация артериальной жесткости с компонентами метаболического синдрома // *Атеросклероз.* 2013. № 2. С. 29–32.
25. **Nakamura K., Tomaru T., Yamamura S. et al.** Cardio-ankle vascular index is a candidate predictor of coronary atherosclerosis // *Circ. J.* 2008. Vol. 72. P. 598–604.
26. **Izuhara M., Shioji K., Kadota S. et al.** Relationship of cardio-ankle vascular index (CAVI) to carotid and coronary arteriosclerosis // *Circ. J.* 2008. Vol. 72, N 11. P. 1762–1767.
27. **Miyoshi T., Doi M., Hirohata S. et al.** Cardio-ankle vascular index is independently associated with the severity of coronary atherosclerosis and left ventricular function in patients with ischemic heart disease // *J. Atheroscler. Thromb.* 2010. Vol. 17, N 3. P. 249–258.
28. **Horinaka S., Yabe A., Yagi H. et al.** Cardio-ankle vascular index could reflect plaque burden in the coronary artery // *Angiology.* 2011. Vol. 62, N 5. P. 401–408.

29. **Korkmaz L., Adar A., Korkmaz A.A. et al.** Atherosclerosis burden and coronary artery lesion complexity in acute coronary syndrome patients // *Cardiol. J.* 2012. Vol. 19, N 3. P. 295–300.
30. **Пурьгина М., Милягин В., Агеенкова О., Кохонова О.** Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI) – неинвазивный метод определения атеросклеротического поражения коронарных артерий // *Соврем. пробл. науки и образования.* 2013. № 4. С. 116.
31. **Park H.E., Choi S.Y., Kim M.K., Oh B.H.** Cardio-ankle vascular index reflects coronary atherosclerosis in patients with abnormal glucose metabolism: Assessment with 256 slice multi-detector computed tomography // *J. Cardiol.* 2012. Vol. 60, N 5. P. 372–376.
32. **Mineoka Y., Fukui M., Tanaka M. et al.** Relationship between cardio-ankle vascular index (CAVI) and coronary artery calcification (CAC) in patients with type 2 diabetes mellitus // *Heart Vessels.* 2012. Vol. 27, N 2. P. 160–165.
33. **Kanamoto M., Matsumoto N., Shiga T. et al.** Relationship between coronary artery stenosis and cardio-ankle vascular index (CAVI) in patients undergoing cardiovascular surgery // *J. Cardiovasc. Dis. Res.* 2013. Vol. 4, N 1. P. 15–19.
34. **Okura T., Watanabe S., Kurata M. et al.** Relationship between cardio-ankle vascular index (CAVI) and carotid atherosclerosis in patients with essential hypertension // *Hypertens Res.* 2007. Vol. 30, N 4. P. 335–340.
35. **Suzuki J., Sakakibara R., Tomaru T. et al.** Stroke and cardio-ankle vascular stiffness index // *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2013. Vol. 22, N 2. P. 171–175.
36. **Otsuka K., Fukuda S., Shimada K. et al.** Serial assessment of arterial stiffness by cardio-ankle vascular index for prediction of future cardiovascular events in patients with coronary artery disease // *Hypertens Res.* 2014. Vol. 37, N 11. P. 1014–1020.
37. **Сумин А.Н., Щеглова А.В., Баштанова Т.Б., Барбараш О.Л.** Влияние патологического сердечно-лодыжечного сосудистого индекса на годовые результаты коронарного шунтирования у больных ишемической болезни сердца // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2015. Т. 14, № 3. С. 18–24.
38. **Oberoi S., Schoepf U.J., Meyer M. et al.** Progression of arterial stiffness and coronary atherosclerosis: longitudinal evaluation by cardiac CT. *AJR* // *J. Roentgenol.* 2013. Vol. 200, N 4. P. 798–804.
39. **Beck D.T., Martin J.S., Casey D.P. et al.** Exercise training reduces peripheral arterial stiffness and myocardial oxygen demand in young prehypertensive subjects // *J. Hypertens.* 2013. Vol. 26, N 9. P. 1093–1102.
40. **Kanaki A.I., Sarafidis P.A., Georgianos P.I. et al.** Effects of low-dose atorvastatin on arterial stiffness and central aortic pressure augmentation in patients with hypertension and hypercholesterolemia // *Am. J. Hypertens.* 2013. Vol. 26, N 5. P. 608–616.
41. **Miyashita Y., Endo K., Saiki A. et al.** Effect of ezetimibemotherapy on lipid metabolism and arterial stiffness assessed by cardio-ankle vascular index in type 2 diabetic patients // *J. Atheroscler. Thromb.* 2010. Vol. 17, N 10. P. 1070–1076.
42. **Miyashita Y., Saiki A., Endo K. et al.** Effects of olmesartan, an angiotensin II receptor blocker, and amlodipine, a calcium channel blocker, on Cardio-Ankle-Vascular Index (CAVI) in type 2 diabetic patients with hypertension // *J. Atheroscler. Thromb.* 2009. Vol. 16, N 5. P. 621–626.
43. **Miyoshi T., Doi M., Hirohata S. et al.** Olmesartan reduces arterial stiffness and serum adipocyte fatty acid-binding protein in hypertensive patients // *Heart Vessels.* 2011. Vol. 26, N 4. P. 408–413.
44. **Олейников В.Э., Матросова И.Б., Сергацкая Н.В., Томашевская Ю.А.** Диагностическая и клиническая значимость метода оценки артериальной жесткости – сердечно-лодыжечного сосудистого индекса // *Терапевт. арх.* 2010. № 9. С. 68–72.
45. **Nagayama D., Endo K., Ohira M. et al.** Effects of body weight reduction on cardio-ankle vascular index (CAVI) // *Obes. Res. Clin. Pract.* 2013. Vol. 7, N 2. P. 139–145.
46. **Noike H., Nakamura K., Sugiyama Y. et al.** Changes in cardio-anklevascularindex in smoking cessation // *J. Atheroscler. Thromb.* 2010. Vol. 17, N 5. P. 517–525.
47. **Nagayama D., Saiki A., Endo K. et al.** Improvement of cardio-anklevascularindex by glimepiride in type 2 diabetic patients // *Int. J. Clin. Pract.* 2010. Vol. 64, N 13. P. 1796–1801.
48. **Shimoyama T., Iguchi Y., Kimura K. et al.** Stroke patients with cerebral microbleeds on MRI scans have arteriolosclerosis as well as systemic atherosclerosis // *Hypertens Res.* 2012. Vol. 35, N 10. P. 975–979.
49. **Saji N., Kimura K., Shimizu H., Kita Y.** Silent brain infarct is independently associated with arterial stiffness indicated by cardio-ankle vascular index (CAVI) // *Hypertens Res.* 2012. Vol. 35, N 7. P. 756–760.
50. **Choi S.Y., Park H.E., Seo H. et al.** Arterial stiffness using cardio-ankle vascular index reflects cerebral small vessel disease in healthy young and middle aged subjects // *J. Atheroscler. Thromb.* 2013. Vol. 20, N 2. P. 178–185.
51. **Saji N., Kimura K., Yagita Y. et al.** Comparison of arteriosclerotic indicators in patients with ischemic stroke: ankle-brachial index, brachial-ankle pulse wave velocity and cardio-ankle vascular index // *Hypertens Res.* 2015. Vol. 38, N 5. P. 323–328.
52. **Takatori K., Matsumoto D., Okada Y. et al.** Effect of intensive rehabilitation on physical function and arterial function in community-dwelling chronic stroke survivors // *Top Stroke Rehabil.* 2012. Vol. 19, N 5. P. 377–383.
53. **Hu H., Cui H., Han W. et al.** A cutoff point for arterial stiffness using the cardio-ankle vascular index based on carotid arteriosclerosis // *Hypertens Res.* 2013. Vol. 36, N 4. P. 334–341.
54. **Yukutake T., Yamada M., Fukutani N. et al.** Arterial stiffness determined according to the cardio-ankle vascular index (CAVI) is associated with mild cognitive decline in community-dwelling elderly subjects // *J. Atheroscler. Thromb.* 2014. Vol. 21, N 1. P. 49–55.
55. **Shirai K., Utino J., Saiki A. et al.** Evaluation of blood pressure control using a new arterial stiffness parameter, cardio-ankle vascular index (CAVI) // *Curr. Hypertens Rev.* 2013. Vol. 9, N 1. P. 66–75.

56. Suzuki J., Kurosu T., Kon T., Tomaru T. Impact of cardiovascular risk factors on progression of arteriosclerosis in younger patients: evaluation by carotid duplex ultrasonography and cardio-ankle vascular index (CAVI) // *J. Atheroscler. Thromb.* 2014. Vol. 21, N 6. P. 554–562.
57. Wang H., Zhang T., Zhu W. et al. Acute effects of continuous and interval low-intensity exercise on arterial stiffness in healthy young men // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2014. Vol. 114, N 7. P. 1385–1392.
58. Сумин А.Н., Кухарева И.Н., Трубникова О.А., Коваленко А.В. Стенозы каротидных артерий у больных с ишемическим инсультом: распространенность, выраженность, факторы, ассоциированные с их наличием // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2013. № 3. С. 12–17.
59. Tsigoulis G., Bogiatzi C., Heliopoulos I. et al. Low ankle-brachial index predicts early risk of recurrent stroke in patients with acute cerebral ischemia // *Atherosclerosis.* 2012. Vol. 220, N 2. P. 407–412.
60. Sun C.K. Cardio-anklevascular index (CAVI) as an indicator of arterial stiffness // *Integr. Blood Press. Control.* 2013. Vol. 30, N 6. P. 27–38.
61. Uurtuya S., Taniguchi N., Kotani K. et al. Comparative study of the cardio-ankle vascular index and ankle-brachial index between young Japanese and Mongolian subjects // *Hypertens Res.* 2009. Vol. 32, N 2. P. 140–144.
62. Wang H., Shirai K., Liu J. et al. Comparative study of cardio-ankle vascular index between Chinese and Japanese healthy subjects // *Clin. Exp. Hypertens.* 2014. Vol. 36, N 8. P. 596–601.
63. Sorokin A., Kotani K., Bushueva O. et al. The Cardio-Ankle Vascular Index and Ankle-Brachial Index in Young Russians // *J. Atheroscler. Thromb.* 2015. Vol. 22, N 2. P. 211–218.
64. Hirasada K., Niimura H., Kubozono T. et al. Values of cardio-ankle vascular index (CAVI) between Amami islands and Kagoshima mainland among health checkup examinees // *J. Atheroscler. Thromb.* 2012. Vol. 19, N 1. P. 69–80.
65. Милягин В.А., Милягина И.В., Пурьгина М.А. и др. Метод объемной сфигмографии на аппарате VaSeraVS-1500N. Методические рекомендации, Смоленск, 2014. 30 с
66. Сумин А.Н., Щеглова А.В., Барбараш О.Л. и др. Взаимосвязь пограничных значений сердечно-лодыжечного сосудистого индекса с клинико-инструментальными показателями у больных ИБС // *Бюл. СО РАМН.* 2014. Т. 34, № 4. С. 88–96.
67. Сумин А.Н., Карпович А.В., Барбараш О.Л. и др. Оценка сердечно-лодыжечного сосудистого индекса у больных ишемической болезнью сердца: влияние периферического атеросклероза // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика* 2013. Т. 12, № 5. С. 34–39.
68. Shirai K., Hiruta N., Song M. et al. Cardio-ankle-vascularindex (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives // *J. Atheroscler. Thromb.* 2011. Vol. 18, N 11. P. 924–938.

ASSESSMENT OF CARDIO-ANKLE VASCULAR INDEX IN PATIENTS WITH CLINICAL MANIFESTATIONS OF ATHEROSCLEROSIS

A.N. Sumin, A.V. Shcheglova

*FSBSI «Scientific Research Institute for Complex Studying of Cardiovascular Diseases»
650002, Kemerovo, Sosnovyi bulvar, 6*

The stiffness of the arteries is an integral indicator of the state of the vascular wall, so this indicator is widely used in cardiology practice. Recently, a novel marker of arterial stiffness – cardio-ankle vascular index (СЛСИ), independent of blood pressure levels, making it more accurate and convenient for the dynamic assessment of patients. Although СЛСИ indicator is more often used in screening for and to assess cardiovascular risk, perhaps its use in patients with existing cardiovascular disease. This review focuses on the possibilities of using the СЛСИ in patients with atherosclerosis of various localization, especially in patients with stable coronary heart disease and disorders of cerebral circulation.

Keywords: cardio-ankle vascular index, atherosclerosis.

Статья поступила 25 августа 2015 г.