

## ТОЧКА ЗРЕНИЯ

# Ранние изменения сердечно-сосудистой системы у пациентов с сахарным диабетом 1 типа

А.Е. Петросян, М.Л. Диане, Е.О. Котова

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

**Для корреспонденции:**  
Е.О. Котова, Москва, 117292, г. Москва, ул. Вавилова, д. 61.  
kotova\_eo@pfur.ru

В обзоре литературы представлены возможные подходы к раннему прогнозированию развития сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с сахарным диабетом (СД) 1 типа. Рассматриваются такие параметры, как центральное артериальное давление, артериальная ригидность и утрата артериального градиента жесткости, прогностическое значение которых изучалось в основном у пациентов с СД в целом или СД 2 типа и в значительно меньшей степени у больных СД 1 типа. Исследование особенностей упруго-эластичных свойств сосудистого русла при СД 1 типа может стать основой ранней профилактики сердечно-сосудистых осложнений.

**Ключевые слова.** Сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет 1 типа, центральное артериальное давление, артериальная ригидность, утрата артериального градиента жесткости.

**Для цитирования:**  
Петросян А.Е., Диане М.Л., Котова Е.О. Ранние изменения сердечно-сосудистой системы у пациентов с сахарным диабетом 1 типа. Клиническая фармакология и терапия 2021;30(2):17-21 [Petrosyan AE, Diane ML, Kotova EO. Early prediction of cardiovascular disease in patients with type 1 diabetes. Klinicheskaya farmakologiya i terapiya = Clin Pharmacol Ther 2021;30(2):17-21 (In Russ.)]. DOI 10.32756/0869-5490-2021-2-17-21.

Сахарный диабет (СД) представляет серьезную медицинскую и социальную проблему. Ежегодно количество новых случаев СД неуклонно растет, и к 2025 году число людей с СД в мире достигнет 385 млн. Доля СД 1 типа в структуре всех случаев СД составляет около 17%. Смертность при СД 1 типа резко снизилась после открытия инсулина и создания антибиотиков. Когда в середине XX века острые осложнения, такие как диабетический кетоацидоз и инфекции, перестали быть основными причинами смерти больных СД 1 типа, в структуре смертности увеличилась доля хронических диабетических осложнений [1-3]. Сегодня сердечно-сосудистые заболевания являются

ведущей причиной смерти у пациентов с СД как 1 типа (44%), так и 2 типа (52%) [4].

У пациентов с СД 1 типа риск преждевременной смерти в 3-4 раза выше, чем в общей популяции [5,6]. СД 1 типа связан также с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, включая инфаркт миокарда [7-9], сердечную недостаточность [9] и фибрилляцию предсердий [10]. Однако исследования, в которых сравнивали риск сердечно-сосудистой смерти или ранней смерти у пациентов с СД 1 типа и больных СД 2 типа или людей без СД, немногочисленны. Подобные исследования проводились в Финляндии [11], Китае [12], Дании [13] и Венгрии [14]. В большинстве же опубликованных исследований частоту сердечно-сосудистых заболеваний оценивали у пациентов с СД в целом или преимущественно у больных СД 2 типа, хотя повышение риска сердечно-сосудистых заболеваний при СД 1 типа обусловлено отличающимися механизмами, которые изучены недостаточно [15-17].

Большой интерес вызывает изучение упруго-эластичных свойств сосудистого русла, повышение жесткости которого рассматривается в качестве независимого фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний [18,19]. В настоящее время внимание исследователей направлено на изучение центрального АД и ригидности артерий, которые часто являются лучшими предикторами сердечно-сосудистых заболеваний, чем периферическое АД, так как позволяют точнее определить степень нагрузки на миокард левого желудочка и стенки магистральных артерий [20,21]. С. Vlachopoulos и соавт.

(2010 г.) на основании мета-анализа 11 исследований у 5648 пациентов пришли к выводу, что центральное АД обладает значительной прогностической ценностью для сердечно-сосудистых событий и смертности от всех причин. Прогностическая ценность центрального индекса аугментации не зависела от АД и частоты сердечных сокращений, в то время как центральное пульсовое давление по прогностической значимости имело преимущество перед пульсовым давлением на плечевой артерии. Эти данные дополняют растущее количество доказательств того, что центральные давление и индексы являются клинически полезными [19]. Суточное мониторирование центрального АД открывает новые перспективы прогнозирования риска сердечно-сосудистых заболеваний, однако, к сожалению, на сегодняшний день данные об особенностях центрального АД в основном описаны у больных СД 2 типа. Изменения центрального АД у пациентов с СД 1 типа нуждаются в изучении, поскольку этот показатель может стать прекрасным прогностическим инструментом для оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний. Особенно перспективным представляется суточное измерение центрального АД, которое позволяет наиболее точно охарактеризовать имеющиеся нарушения. Научные данные о применении этого метода у пациентов с СД 1 типа отсутствуют.

Помимо центрального АД, еще одним значимым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний признано повышение артериальной ригидности (жесткости сосудистой стенки), которая начинает увеличиваться уже на ранних этапах сердечно-сосудистого континуума [22,23]. Формирование артериальной жесткости — сложный биомеханический процесс, на который в первую очередь влияет функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Изменение артериальной ригидности связано с наличием целого ряда факторов, в том числе эндотелиальной дисфункции, окислительного стресса, системного воспаления, изменения соотношения содержания коллагена и эластина в стенке сосуда, избыточной пролиферации гладкомышечных клеток, а также прогрессированием атеросклероза и артериосклероза [24]. “Золотым стандартом” оценки жесткости крупных артерий служит определение скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) от сонной до бедренной артерии [24].

Изучение особенностей ремоделирования артериальной стенки на ранних стадиях заболевания представляется особенно важным, так как дает возможность определить повышенный риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у молодых людей [25]. У пациентов с СД 1 типа эластичность как крупных, так и мелких артерий снижается на раннем этапе до появления клинических признаков макрососудистых или микрососудистых осложнений и ассоциируется с повышенным риском сердечно-сосудистых событий [26]. По данным исследования S. Liatis и соавт. (2011 г.), повышенная жесткость артериальной стенки у пациентов с СД 1 типа тесно коррелировала с сердечной вегетативной

функцией, особенно с парасимпатической активностью и выраженным изменением частоты сердечных сокращений [26]. Аналогичные данные получили А.Ф. Сафарова и соавт. (2018 г.), которые показали, что у молодых пациентов с СД 1 типа повышенная сосудистая жесткость коррелирует с вариабельностью сердечного ритма и не зависит от традиционных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, включая артериальную гипертензию, дислипидемию и курение [27]. Д.А. Медведев и соавт. (2018 г.) при обследовании 125 больных СД 1 типа без сердечно-сосудистых заболеваний в анамнезе выявили увеличение вариабельности систолического и диастолического АД в течение суток независимо от наличия артериальной гипертензии, а также повышение СРПВ и центрального АД [28]. S. Theilade и соавт. (2013 г.) в исследовании методом поперечного среза выявили увеличение жесткости артерий у 676 больных СД 1 типа по сравнению с таковой в контрольной группе. Жесткость артерий зависела от длительности заболевания. Кроме того, СРПВ увеличивалась при наличии всех осложнений СД, в том числе со стороны сердечно-сосудистой системы, почек и сетчатки, независимо от других факторов риска [29].

Маркеры субклинического поражения сердца определялись у 96,5% пациентов с СД 1 типа, у которых отсутствовали сердечно-сосудистые заболевания в анамнезе и была нормальной фракция выброса левого желудочка. На основании результатов проведенного исследования были выделены три варианта субклинического поражения сердца: изолированная систолическая дисфункция (снижение продольной систолической функции левого желудочка при сохраненной фракции выброса левого желудочка по данным speckle-tracking эхокардиографии), ремоделирование миокарда с сохраненной систолической функцией и ремоделирование миокарда с систолической и диастолической дисфункцией левого желудочка [30].

Во многих исследованиях изменения СРПВ изучались у больных СД 2 типа. E. Laugesen и соавт. (2013 г.) выявили увеличение этого показателя у пациентов с хорошо контролируемым СД 2 типа по сравнению с контрольной группой и независимую его ассоциацию с поражением белого вещества головного мозга [31]. В другом исследовании у пациентов с СД 2 типа СРПВ также была выше, чем у здоровых людей [32]. Установлено, что у больных СД 2 типа повышение жесткости артериального русла является независимым фактором риска развития сердечно-сосудистых осложнений, в том числе инсульта, ИБС, расслаивающей аневризмы аорты и смерти [33].

Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности использования показателей артериальной жесткости для стратификации риска сердечно-сосудистых осложнений. О признании прогностического значения артериальной жесткости говорит и тот факт, что в последнюю редакцию Европейских рекомендаций по артериальной гипертензии СРПВ включена в качестве признака поражения органов-мишеней [34].

Оценка артериальной жесткости имеет особое значение у пациентов, у которых она может быть заведомо повышена [35].

В литературе имеется большое количество работ, посвященных изучению изменений структуры и метаболизма артериальной стенки под действием факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний. Однако большинство исследований проводилось у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, поэтому актуальным остается вопрос о состоянии стенки крупных артерий при наличии или отсутствии сердечно-сосудистых факторов риска у практически здоровых (с точки зрения сердечно-сосудистой системы) людей. Измерение показателей жесткости в течение суток дает возможность выявления начальных изменений сосудистой стенки и оценки суточного ритма показателей [36,37]. В ряде исследований суточный профиль артериальной ригидности изучался при различных заболеваниях [36], в частности при ревматоидном артрите, хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астме и ожирении, однако данные при СД 1 типа отсутствуют [22,36-38].

Артериальный градиент жесткости – новый прогностический показатель риска сердечно-сосудистых заболеваний, определяемый как отношение каротидно-лучевой (периферической) и каротидно-бедренной (аортальной) СРПВ. С возрастом жесткость центральной артерии увеличивается, а жесткость периферических артерий уменьшается, поэтому градиент аортально-плечевой жесткости, который отражает жесткость как эластического, так и мышечного компонента артерий, может быть важным инструментом для улучшения стратификации риска сердечно-сосудистых заболеваний [39,40]. Опубликованы по крайней мере два исследования, в которых анализировалось клиническое значение измерения артериального градиента жесткости в сравнении с традиционным определением только каротидно-бедренной СРПВ в контексте риска сердечно-сосудистых заболеваний [40,41]. В первом из них у 2114 пациентов без сердечно-сосудистых заболеваний, которые принимали участие во Фрамингемском исследовании, не было подтверждено превосходство артериального градиента жесткости над каротидно-бедренной СРПВ. В другом исследовании у пациентов с терминальной стадией почечной недостаточности без СД было показано, что измерение артериального градиента жесткости имеет важное значение для прогнозирования смертности от сердечно-сосудистых заболеваний [41]. По данным A. Laucyte-Cibulskiene и соавт. (2019 г.), градиент жесткости связан с возрастом, абдоминальным ожирением, АД, содержанием триглицеридов и глюкозы, параметрами функции почек и менопаузой [42], поэтому данный показатель может иметь первостепенное значение для превентивной медицины.

Главной целью превентивной кардиологии является поиск наиболее эффективных путей профилактики сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности путем активной модификации факторов риска атеросклероза.

Современные рекомендации предлагают интенсифицированный контроль факторов риска у пациентов группы очень высокого риска, в частности у больных СД или с установленными сердечно-сосудистыми заболеваниями. Однако на этой поздней стадии риск остается высоким, несмотря на все терапевтические усилия. Необходимо проведение исследований для оценки возможности реализации стратегии профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, основанной на скрининге с целью выявления раннего сосудистого старения у пациентов с семейным анамнезом сердечно-сосудистых событий или с нарушением углеводного обмена [43,44].

Большое внимание уделяется раннему выявлению и модификации факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у молодых людей [45]. Одним из сильных предикторов развития сердечно-сосудистых заболеваний при СД 1 типа считают концентрацию  $HbA_{1c}$ . Роль гипергликемии как фактора риска сердечно-сосудистых осложнений у больных СД 1 типа была впервые показана более 10 лет назад в исследовании DCCT/EDIC [46]. Хотя была продемонстрирована связь уровней  $HbA_{1c}$  с сердечно-сосудистыми исходами, их ограниченное количество в то время препятствовало тщательному изучению иных потенциальных факторов риска. Долгосрочное исследование DCCT/EDIC позволило провести анализ не только одномоментного влияния основных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у больных СД 1 типа, но и установить связь с длительностью воздействия отдельных факторов риска [46]. Систолическое АД и артериальная гипертензия традиционно указываются в качестве основных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний при разных нозологиях. При этом артериальная гипертензия у больных СД 1 типа часто остается основным недооцененным фактором риска серьезных осложнений [47]. Сильная связь уровня триглицеридов с риском сердечно-сосудистых заболеваний у больных СД 1 типа согласуется с предыдущими исследованиями, показывающими, что концентрация триглицеридов является предиктором сердечно-сосудистых заболеваний при СД, при этом данная связь прослеживается даже при очень низких средних концентрациях триглицеридов [48-50]. Также заслуживает внимания сильный эффект увеличения частоты сердечных сокращений, который может отражать вегетативную невропатию, позволяющую предсказать развитие ИБС [51]. При СД 2 типа фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний является ожирение или избыточная масса тела, однако прогностическое значение индекса массы тела не было подтверждено во многих исследованиях у больных СД 1 типа [52,53]. В исследовании DCCT/EDIC не изучались параметры артериальной стенки и показатели центрального АД [46], хотя в свете последних опубликованных данных они представляются весьма перспективными. На наш взгляд, необходимо подробное изучение возможных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний при СД 1 типа с их количественной оценкой, что позволит создать прогностический алгоритм для свое-

временного назначения оптимальной терапии.

Прогнозируемый рост распространенности СД, а также ассоциация СД с развитием сердечно-сосудистых заболеваний могут привести к увеличению экономического бремени, связанного с этим заболеванием, что определяет необходимость разработки мер, направленных на смягчение последствий увеличения заболеваемости СД [54]. В последние десятилетия предложены более интенсивные стратегии ведения и интегрированные модели лечения пациентов с хроническими заболеваниями, предполагающие улучшенное их обучение, в том числе и самоконтролю. Использование подобных стратегий может оказать положительное влияние на контроль СД и частоту развития сердечно-сосудистых осложнений, связанных с этим заболеванием.

### Заключение

СД 1 типа – значимый фактор риска сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности. Механизмы повышения сердечно-сосудистого риска при СД 1 типа отличаются от таковых у больных СД 2 типа и изучены недостаточно. Центральное АД – это доказанный предиктор поражения органов-мишеней, однако особенности суточного профиля центрального АД при СД 1 типа практически не известны. Повышение артериальной ригидности также позволяет предсказать риск сердечно-сосудистых осложнений, а ее суточное мониторирование может способствовать пониманию механизмов повышения сердечно-сосудистого риска. Суточный профиль артериальной ригидности при СД 1 типа ранее не изучался. Опубликованы данные о высокой распространенности нарушения градиента жесткости при СД 2 типа, в то время как частота его утраты и клинические ассоциации при СД 1 типа не известны. Риск-ориентированный подход к лечению – краеугольный камень терапии сердечно-сосудистых заболеваний. Необходима разработка алгоритма раннего выявления пациентов с СД 1 типа и высоким сердечно-сосудистым риском для своевременного назначения оптимальной терапии.

**Конфликт интересов:** нет.

1. Htay T, Soe K, Lopez-Perez A, et al. Mortality and cardiovascular disease in type 1 and type 2 diabetes. *Curr Cardiol Rep* 2019;21(6):45.
2. King H, Aubert RE, Herman WH. Global burden of diabetes, 1995–2025: prevalence, numerical estimates, and projections. *Diabetes Care* 1998;21(9):1414–31.
3. Secrest AM, Washington RE, Orchard TJ. Mortality trends in type 1 diabetes. In: *Diabetes in America*, 3rd ed. National Institutes of Health, NIH Pub No. 17–1468, 2018;35–1: 35–16.
4. Morrish N, Wang SL, Stevens L, et al. Mortality and causes of death in the WHO Multinational Study of Vascular Disease in Diabetes. *Diabetologia* 2001;44(Suppl 2):S14–21.
5. Lind M, Svensson AM, Kosiborod M, et al. Glycemic control and excess mortality in type 1 diabetes. *N Engl J Med* 2014;371(21):1972–82.
6. Gagnum V, Stene L, Leivestad T, et al. Long-term mortality and end-stage renal disease in a type 1 diabetes population diagnosed at age 15–29 years in Norway. *Diabetes Care* 2017;40(1):38–45.
7. de Ferranti SD, de Boer IH, Fonseca V, et al. Type 1 diabetes mellitus and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association and American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2014;37(10):2843–63.
8. Soedamah-Muthu SS, Fuller JH, Mulnier H, et al. High risk of cardiovascular disease in patients with type 1 diabetes in the UK: a cohort study using the general practice research database. *Diabetes Care* 2006;29(4):798–804.
9. Spartalis M, Tzatzaki E, Paschou SA, Spartalis E. Type 1 diabetes is associated with increased risk of atrial fibrillation. *Int J Cardiol* 2019;279:114.
10. Tancredi M, Rosengren A, Svensson AM, et al. Excess mortality among persons

- with type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2015;373(18):1720–32.
11. Juutilainen A, Lehto S, Ronnemaa T, et al. Similarity of the impact of type 1 and type 2 diabetes on cardiovascular mortality in middle-aged subjects. *Diabetes Care* 2008;31(4):714–9.
12. Luk AO, Lau ES, So W-Y, et al. Prospective study on the incidences of cardiovascular-renal complications in Chinese patients with young-onset type 1 and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2014;37(1):149–57.
13. Svane J, Lynge TH, Pedersen-Bjergaard U, et al. Cause-specific mortality in children and young adults with diabetes mellitus: a Danish nationwide cohort study. *Eur J Prev Cardiol* 2019;28(2):159–65.
14. Kiss Z, Rokszi G, Abonyi-Toth Z, et al. Dissimilar impact of type 2 diabetes on cardiovascular outcomes according to age categories: a nationwide population study from Hungary. *Cardiovasc Diabetol* 2018;17(1):107.
15. Diabetes death rates among youths aged  $\leq 19$  years in United States, 1968–2009. *MMWR* 2012;61(43):869–72.
16. Bragg F, Holmes MV, Iona A, et al. Association between diabetes and cause-specific mortality in rural and urban areas of China. *JAMA* 2017;317(3):280–9.
17. Lee YB, Han K, Kim B, et al. Risk of early mortality and cardiovascular disease in type 1 diabetes: a comparison with type 2 diabetes, a nationwide study. *Cardiovasc Diabetol* 2019;18(1):157.
18. Лукьянов М.М., Бойцов С.А. Жесткость артериальной стенки как фактор сердечно-сосудистого риска. *Сердце* 2010;9(3):156–60 [Lukyanov MM, Boytsov SA. Arterial wall stiffness as a cardiovascular risk factor. *Heart* 2010;9(3):156–60 (In Russ.)].
19. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, O'Rourke MF, et al. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with central haemodynamics: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J* 2010;31:1865–71.
20. Сергиенко В.А., Сергиенко А.А. Прогностическое значение изменений жесткости сосудистой стенки в развитии сердечно-сосудистых заболеваний при сахарном диабете (обзор литературы). *Проблемы эндокринной патологии* 2017;1(59):98–110 [Serhiyenko VA, Serhiyenko AA. Predictive value of arterial stiffness parameters changes in cardiovascular diseases development by diabetes mellitus (literature review). *Problemy endokrinnoj patologii* 2017;1(59):98–110 (In Russ.)].
21. Шупенина Е.Ю., Юшук Е.Н., Хадзегова А.Б. и др. Оценка жесткости аорты у больных артериальной гипертензией и ожирением. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика* 2013;12(3):85–8 [Shupenina EYu, Yushchuk EN, Khadzegova AB, et al. Aortic stiffness assessment in patients with arterial hypertension and obesity. *Cardiovascular Therapy and Prevention* 2013;12(3):85–8 (In Russ.)].
22. Кароли Н.А., Зарманбетова О.Т., Ребров А.П. Суточная артериальная ригидность у больных бронхиальной астмой, хронической обструктивной болезнью легких и синдромом перекреста “астма – хроническая обструктивная болезнь легких”. *Сибирский мед. журн* 2017;32(4):41–6 [Karoli NA, Zarmambetova OT, Rebrov AP. Daily arterial stiffness in patients with bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease and asthma-chronic obstructive pulmonary disease overlap syndrome. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine* 2017;32(4):41–6 (In Russ.)].
23. Майчук Е.Ю., Воеводина И.В., Выжигин Д.А. Артериальная ригидность и коморбидная патология. *Терапия* 2020;2(36):123–30 [Maychuk EYu, Voevodina IV, Vyzhigin DA. Arterial stiffness and comorbid pathology. *Therapy* 2020;2(36):123–30 (In Russ.)].
24. Бойцов С.А., Карпов Ю.А., Кухарчук В.В. и др. Проблемы выявления лиц с высоким сердечно-сосудистым риском и возможные пути их решения. *Атеросклероз и дислипидемии* 2010;1:9–14 [Boytsov SA, Karpov YuA, Kukharchuk VV, et al. Problems of identifying persons with high cardiovascular risk and possible solutions. *Atherosclerosis and Dyslipidemia* 2010;1:9–14 (In Russ.)].
25. Stranieri A, Abawajy J, Kelarev A, et al. An approach for Ewing test selection to support the clinical assessment of cardiac autonomic neuropathy. *Artif Intell Med* 2013;58:185–93.
26. Liatis S, Alexiadou K, Tsiakou A, et al. Cardiac autonomic function correlates with arterial stiffness in the early stage of type 1 diabetes. *Exper Diabet Res* 2011;011:957901.
27. Сафарова А.Ф., Ефимова В.П., Медведев Д.А., Беликов И.И. Ассоциация между кардиальной автономной нейропатией и жесткостью артерий у молодых пациентов с сахарным диабетом 1 типа без сердечно-сосудистых заболеваний. *Трудный пациент* 2018;16(4):12–5 [Safarova AF, Efimova VP, Medvedev DA, Belikov II. Association between cardiac autonomic neuropathy and arterial stiffness in young patients with type 1 diabetes mellitus without cardiovascular diseases. *Difficult Patient* 2018;16(4):12–5 (In Russ.)].
28. Медведев Д.А., Махамат Й.К., Ефимова В.П. и др. Морфофункциональные особенности артерий у молодых пациентов с сахарным диабетом 1 типа. *Трудный пациент* 2018;16(3):32–6. [Medvedev DA, Mahamat K, Efimova VP, et al. Morphological and functional characteristics of the arteries in young patients with type 1 diabetes mellitus. *Difficult Patient* 2018;16(3):32–6 (In Russ.)].
29. Theilade S, Lajer M, Persson F, et al. Arterial stiffness is associated with cardiovascular, renal, retinal, and autonomic disease in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2013;36(3):715–21.
30. Махамат К., Медведев Д.А., Ефимова В.П. и др. Характеристика субклинического поражения левого желудочка у молодых пациентов сахарным диабетом 1 типа без ишемической болезни сердца. *Архив внутренней медицины* 2017;7(2):107–14. [Mahamat K, Medvedev DA, Efimova VP, et al. Subclinical myocardial injury in young patients with type 1 diabetes mellitus without cardiovascular disease. *Archive of Internal Medicine* 2017;7(2):107–14 (In Russ.)].
31. Laugesen E, Hoyem P, Stausbøl-Gron B, et al. Carotid-femoral pulse wave velocity is associated with cerebral white matter lesions in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2013;36:722e8.
32. Agnoletti D, Lieber A, Zhang Y, et al. Central hemodynamic modification in diabetes mellitus. *Atherosclerosis* 2013;230:315e21.

33. Недогода С.В. Сосудистая жесткость и скорость распространения пульсовой волны: новые факторы риска сердечно-сосудистых осложнений и мишени для фармакотерапии. *Consilium Medicum: Болезни сердца и сосудов* 2006;4:25–9 [Nedogoda SV. Vascular stiffness and pulse wave velocity: new risk factors for cardiovascular complications and targets for pharmacotherapy. *Consilium Medicum: Diseases of the Heart and Vascular* 2006;4:25–9 (in Russ.)].
34. Laurent S, Cockcroft J, van Bortel L, et al. European Network for Non-invasive Investigation of Large Arteries. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J* 2006;21:2588–605.
35. Уметов М.А., Сижажева С.Х., Хоконова Т.М., Аджиева И.А. Исследование жесткости сосудов у больных с сахарным диабетом 2 типа и артериальной гипертензией. *Медицинские науки* 2015;1:8–12 [Umetov MA, Sizhazheva SH, Khokonova TM, Adzhieva IA. The study of vascular stiffness in patients with diabetes mellitus type 2 and arterial hypertension. *Medical sciences* 2015;1:8–12 (in Russ.)].
36. Кароли Н.А., Долишняя Г.Р., Ребров А.П. Особенности суточного профиля артериальной ригидности у больных хронической обструктивной болезнью легких с различной тяжестью процесса и в разные фазы заболевания. *Фундаментальные исследования* 2013;3(1):74–8 [Karoli NA, Dolishnyaya GR, Rebrov AP. Features of 24-hours arterial rigidity profile in patients with various severity and stage of chronic obstructive pulmonary disease. *Fundamental Research* 2013;3(1):74–8 (in Russ.)].
37. Никитина Н.М., Романова Т.А., Ребров А.П. Особенности суточного профиля ригидности артерий у больных ревматоидным артритом с наличием и в отсутствие артериальной гипертензии. *Современная ревматология* 2017;11(3):64–71 [Nikitina NM, Romanova TA, Rebrov AP. The daily arterial stiffness profile in rheumatoid arthritis patients without arterial hypertension. *Modern Rheumatology* 2017;11(3):64–71 (in Russ.)].
38. Медведенко И.В., Сафронова А.А., Григоричева Е.А. Влияние факторов сердечно-сосудистого риска на артериальную ригидность у лиц молодого возраста. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция* 2019;2(70):58–63 [Medvedenko IV, Safronova AA, Grigoricheva EA. Influence of cardiovascular risk factors on arterial rigidity in young people. *Regional blood circulation and microcirculation* 2019;18(2):58–63 (In Russ.)].
39. Fortier C, Mac-Way F, Desmeules S, et al. Aorticbrachial stiffness mismatch and mortality in dialysis population. *Hypertens Dallas Tex* 1979 2015;65:378–84.
40. Niiranen TJ, Kalesan B, Larson MG, et al. Aorticbrachial arterial stiffness gradient and cardiovascular risk in the community: The Framingham Heart Study. *Hypertens Dallas Tex* 1979 2017;69:1022–1028.
41. London GM, Safar ME, Pannier B. Aortic aging in ESRD: structural, hemodynamic, and mortality implications. *J Am Soc Nephrol* 2016;27:1837–46.
42. Laucyte-Cibulskiene A, Vickiene A, Ryliskyte L, et al. Should we calculate arterial stiffness gradient in middle-aged women with increased cardiovascular risk? *Blood Press* 2019;28(3):199–205.
43. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Ахметов Р.Е. Артериальная ригидность и центральное давление: новые патофизиологические и лечебные концепции. *Артериальная гипертензия* 2010;16(2):126–33 [Kobalava ZD, Kotovskaya YuV, Akhmetov RE. Arterial rigidity and central pressure: novel aspects of pathophysiology and therapy. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension* 2010; 16(2):126–33 (In Russ.)].
44. Alloubani A, Saleh A, Abdelhafiz I. Hypertension and diabetes mellitus as a predictive risk factors for stroke. *Diabetes Metab Syndr* 2018;12(4):577–84.
45. Snell-Bergeon JK, Nadeau K. Cardiovascular disease risk in young people with type 1 diabetes. *J Cardiovasc Transl Res* 2012; 5(4):446–62.
46. Nathan DM; DCCT/EDIC Research Group. The diabetes control and complications trial/epidemiology of diabetes interventions and complications study at 30 years: overview. *Diabetes Care* 2014;37(1):9–16.
47. Miller RG, Secrest AM, Ellis D, et al. Changing impact of modifiable risk factors on the incidence of major outcomes of type 1 diabetes: the Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications Study. *Diabetes Care* 2013;36:3999–4006.
48. Jaiswal M, Schinske A, Pop-Busui R. Lipids and lipid management in diabetes. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2014;28:325–38.
49. Tolonen N, Forsblom C, MKkinen VP, et al; FinnDiane Study Group. Different lipid variables predict incident coronary artery disease in patients with type 1 diabetes with or without diabetic nephropathy: the FinnDiane study. *Diabetes Care* 2014;37:2374–82.
50. American Diabetes Association Standards of Medical Care in Diabetes – 2015. *Diabetes Care* 2015;38(Suppl.):3S1–93.
51. May O, Arildsen H, Damsgaard EM, Mickley H. Cardiovascular autonomic neuropathy in insulin-dependent diabetes mellitus: prevalence and estimated risk of coronary heart disease in the general population. *J Intern Med* 2000;248:483–91.
52. Meigs JB, Wilson PW, Fox CS, et al. Body mass index, metabolic syndrome, and risk of type 2 diabetes or cardiovascular disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:2906–12.
53. Conway B, Costacou T, Orchard T. Is glycaemia or insulin dose the stronger risk factor for coronary artery disease in type 1 diabetes? *Diab Vasc Dis Res* 2009; 6:223–30.
54. Kovacic JC, Castellano JM, Farkouh ME, Fuster V. The relationships between cardiovascular disease and diabetes: focus on pathogenesis. *Endocrinol Metab Clin N Am* 2014;43(1):41–57.

## Early prediction of cardiovascular disease in patients with type 1 diabetes

A.E. Petrosyan, M.L. Diane, E.O. Kotova

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), Moscow, Russia

The authors review approaches to the early prediction of cardiovascular diseases in patients with type 1 diabetes mellitus, e.g. using central arterial pressure, arterial stiffness, and a loss of arterial stiffness gradient. The bulk of data was presented either on diabetes mellitus in general or on type 2 diabetes mellitus, while there is a clear gap in information on type 1 diabetes mellitus. The study of the elastic properties of the vascular bed in these patients can become the basis for the early prevention of cardiovascular complications.

**Key words.** *Cardiovascular diseases, type 1 diabetes mellitus, central arterial pressure, arterial stiffness, a loss of arterial stiffness gradient.*

**Conflict of interest:** none declared.

**Correspondence to:** E.O.Kotova. Vavilova 61, Moscow 117292, Russia.

**To cite:** Petrosyan AE, Diane ML, Kotova EO. Early prediction of cardiovascular disease in patients with type 1 diabetes. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya = Clin Phar macol Ther* 2021;30(2):17–21 (In Russ.). DOI 10.32756/0869-5490-2021-2-17-21.