

9. Kayath M.J., Tavares E.F., Dib S.A., Vieira J.G. // J. Diabetes Complications. — 1998. — Vol. 12, № 3. — P. 133—139.
10. Krakauer J.C., McKenna M.J., Rao D.S., Whitehouse F.W. // Diabetes Care. — 1997. — Vol. 20. — P. 1339—1340.
11. Аврунин А.С., Корнилов Н.В., Иоффе И.Д. и др. // Остеопороз и остеопатии. — 2000. — № 3. — С. 6—9.
12. Ермакова И.П., Пронченко И.А. // Остеопороз и остеопатии. — 1998. — № 1. — С. 24—27.
13. Касаткина Э.П., Одуд Е.А., Сичинава И.Г. и др. // Пробл. эндокринологии. — 2000. — № 1. — С. 3—6.
14. Childs M., Armstrong D.G., Edelson G.W. // J. Foot Ankle Surg. — 1998. — Vol. 37, № 5. — P. 437—439.

© Коллектив авторов, 2003

О.И. Вотякова, А.И. Рывкин, И.Ю. Новожилова, М.С. Власова,  
А.Ю. Тонеева, К.М. Прусова, О.А. Смирнова

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СОСУДИСТОГО РУСЛА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Государственная медицинская академия, Областная клиническая больница, г. Иваново, РФ

Высокая частота неблагоприятных исходов при диабетических ангиопатиях нижних конечностей делает актуальными поиск их доклинических маркеров и активное выявление. С целью изучения особенностей кровообращения в нижних конечностях 50 детям и подросткам, страдающим сахарным диабетом 1-го типа с давностью заболевания от года до 12 лет, и 15 здоровым детям выполнена реовазография. Состояние кровотока оценено в покое и при проведении функциональных проб. Гемодинамические нарушения, отражающие неадекватную реакцию на нагрузку, выявлены у 80% больных диабетом. У 22% из них обнаружено снижение пульсового кровенаполнения в покое. Результаты исследования указывают на высокую частоту встречаемости у детей с сахарным диабетом доклинических форм диабетических ангиопатий нижних конечностей и подтверждают возможность использования для их выявления реовазографии с проведением функциональных проб.

High rate of bad outcome in cases of lower extremities diabetic angiopathy determinates the actuality of its early diagnosis and its preclinical markers search. 50 children with diabetes mellitus type I (duration — 1—12 years) and 15 healthy children were examined by rheovasography in order to study circulation state in lower extremities. Circulation was estimated in rest state and during functional tests. Hemodynamic disorders reflecting inadequate reaction of physical load were diagnosed in 80% of patients with diabetes, and 22% of them had decreases blood filling in rest state. Results of examination show high rate of low extremities diabetic angiopathy preclinical stage in cases of pediatric diabetes mellitus and prove the possibility of its early diagnosis with usage of rheovasography.

Осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы являются основной причиной ранней инвалидизации больных сахарным диабетом (СД). К числу часто вовлекающихся в патологический процесс при данной патологии относятся сосуды нижних конечностей. По мнению Ляйфер А.И. и Солун М.Н. [1], изучавших осложнения СД, возникшего в детском и юношеском возрасте, они поражаются раньше и чаще, нежели сосуды других органов. Данные о частоте и исходах диабетических ангиопатий нижних конечностей, несмотря на достижения в изучении этиологических факторов, патогенетических механизмов формирования сосудистых осложнений и современные возможности их лечения, остаются неутешительными. Так, в структуре всех ампутаций нетравматического характера на долю больных СД приходится 50—75% [2]. Поздняя диагностика и неэффективность лечения во многом обусловлены

бессимптомным течением на этапах, когда процесс обратим, что делает актуальным поиск доклинических маркеров и активное выявление данного осложнения у больных СД. Исходя из этого, целью проведенного нами исследования стало изучение функциональных особенностей кровообращения в сосудистом русле нижних конечностей у детей и подростков с СД 1-го типа.

### Материалы и методы исследования

Обследовано 50 больных СД 1-го типа в возрасте от 8 до 16 лет с давностью заболевания от года до 12 лет. Контрольную группу составили 15 здоровых детей и подростков соответствующего возраста. Все пациенты с СД получали интенсивную инсулинотерапию, у них отсутствовали признаки кетоза и кетоацидоза, у 46,3% имела место фаза компенсации, у 25,9% — субкомпенсации, у 27,8% — декомпенсации. При обследовании у 18% паци-

ентов диагностирована нефропатия в стадии микроальбуминурии, у 32% детей — периферическая полиневропатия.

Комплекс обследования включал физикальные методы, мониторинг состояния углеводного обмена с контролем гликемии 4—5 раз в сутки и исследованием уровня гликированного гемоглобина ( $HbA_{1c}$ ), изучение липидного спектра сыворотки крови с определением концентрации общего холестерина, триглицеридов, липопротеидов низкой, очень низкой и высокой плотности, исследование кровотока в нижних конечностях.

Для оценки кровообращения в нижних конечностях использовали метод реовазографии (РВГ). Исследование проводили на 6-канальном аппарате «РЕОСПЕКТР» фирмы НейроСофт, обеспечивающем регистрацию РВГ одновременно с двух смежных сегментов конечностей, расположенных симметрично. Электроды накладывали продольно, по принципу «общего электрода»: первый — в верхней трети голени, второй — в нижней трети, третий — на тыльной поверхности стопы, у основания пальцев. Использовали пластинчатые электроды, которые фиксировали резиновыми лентами с отверстиями для крепления. Перед исследованием на кожу наносили пасту, улучшающую токопроводность.

Обследование проводили в помещении с температурой комфорта (20—22°C). Регистрацию реограммы осуществляли в покое и в ходе проведения функциональных проб — постуральной, в двух модификациях, с опусканием ног под углом 90° и их поднятием под углом 45°, а также пробы с физической нагрузкой в виде 30 качательных движений стопами.

Одновременно с основной реограммой вели запись II отведения ЭКГ и дифференцированной реограммы, позволяющих более точно верифицировать элементы реографической кривой и рассчитать скоростные параметры.

Качественный анализ реограмм проводили путем их визуального обзора, в ходе которого определяли форму, величину и регулярность появления волн. Количественный анализ осуществляли с помощью компьютерной обработки, включающей расчет амплитудных, временных, скоростных показателей, измерение угла вершины основной волны, позволяющих оценить интенсивность кровотока,

сосудистый тонус, периферическое сосудистое сопротивление и венозный отток.

Интенсивность артериального кровотока определяли по реографическому индексу (РИ), характеризующему объемное кровенаполнение артерий, и региональному минутному пульсовому объему (РМПО), вычисленному по формуле J. Nyboor, показывающему абсолютный объем крови, протекающей в данном сегменте за 1 мин, отнесенный к 100 см<sup>3</sup> ткани. Состояние сосудистой стенки верифицировали с учетом угла вершины, показателя «приток — отток», индекса быстрого наполнения (ИБН), соотношения амплитуд венозной и артериальной компонент (Ав/Аа), дикротического (ДИК) и диастолического (ДИА) индексов времени быстрого и медленного наполнения и их соотношения ( $\alpha_1/\alpha_2$ ). Венозный отток оценивали по индексу Симонсона. Периферическое сосудистое сопротивление определяли по модулю упругости (МУ) — интегральному показателю тонуса артериального русла.

Статистическую обработку полученных данных проводили на IBM PC с помощью прикладных программ EXCEL 7.0 и «Биостатистика» (версия 4.03.). Определяли среднюю арифметическую (М), стандартную ошибку (m), достоверность различий в сравниваемых группах количественных показателей по критерию Стьюдента (t), качественных — по критерию  $\chi^2$  и точному критерию Фишера. Для выяснения взаимосвязей между отдельными показателями рассчитывали коэффициенты парной корреляции (r). Различия и взаимосвязи считали достоверными при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

Анамнестические и клинические признаки, характерные для диабетических ангиопатий нижних конечностей, не были обнаружены ни у одного из обследованных нами больных.

В зависимости от результатов, полученных при проведении фоновой РВГ голени, больные СД были разделены на 2 группы. 1-ю составили 8 детей, у которых в покое выявлено нарушение пульсового кровенаполнения в голени, о чем свидетельствовало снижение РИ и РМПО; во 2-ю вошли 42 ребенка с нормальными его значениями.

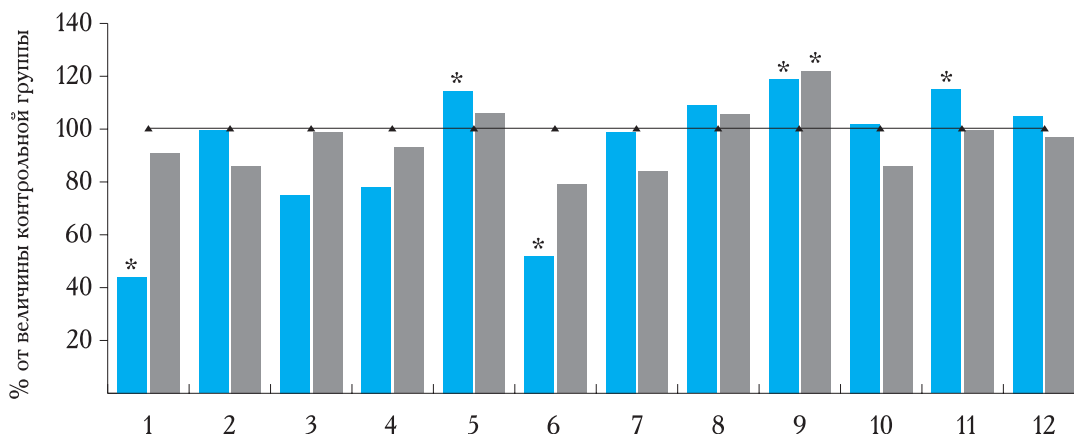


Рисунок. Показатели реовазограммы в покое у наблюдаемых детей.

■ 1-я группа; ■ 2-я группа; — контрольная группа; \*  $p < 0,05$  при сравнении показателей детей контрольной группы; 1 — РИ; 2 — МУ; 3 — ДИК; 4 — ДИА; 5 — Ав/Аа; 6 — РМПО; 7 — индекс Симонсона; 8 — ИБН; 9 —  $\alpha_1/\alpha_2$ ; 10 — приток/отток; 11 — угол вершины; 12 —  $\alpha_1+\alpha_2$ .

Как видно из представленных на рисунке данных, у пациентов 1-й группы по сравнению с детьми 2-й и контрольной групп отмечалось увеличение угла вершины, отражающее гипертонус артерий, и показателя Ав/Аа, указывающее на повышение тонуса мелких артерий и артериол. Эти данные свидетельствуют о том, что одной из причин выявленного нарушения кровообращения служит повышение тонуса сосудов.

У больных этой группы в ходе проведения постуральной пробы, рекомендованной для выявления органических изменений в сосудах на ранних стадиях [3], при поднятии ног обнаружено более значительное ( $137,6 \pm 7,37\%$ ), чем у детей контрольной группы ( $119,5 \pm 5,3\%$ ), увеличение РИ. Кроме того, обнаружена парадоксальная реакция в виде повышения тонуса крупных и мелких сосудов, на что указывало уменьшение ИБН и соотношения  $\alpha_1/\alpha_2$ . При опускании ног отмечено незначительное уменьшение РИ ( $79,51 \pm 10,54\%$ ), аналогичное полученному у здоровых ( $73,37 \pm 3,81\%$ ).

В ответ на физическую нагрузку у пациентов данной группы, как и у детей контрольной группы, регистрировался прирост пульсового кровенаполнения, однако РИ и РМПО оставались ниже нормальных значений. Отмеченное при этом уменьшение ДИК, показателя «приток/отток», индекса Симонсона указывало на то, что увеличение интенсивности кровотока было обусловлено уменьшением периферического сосудистого сопротивления и улучшением венозного оттока.

Среди пациентов с нормальными значениями пульсового кровенаполнения в покое, при проведении функциональных проб, адекватные реакции, аналогичные таковым у детей контрольной группы, отмечены лишь в 21,4% случаев. Отклонения при выполнении постуральной пробы обнаружены у 23,3% больных, у 38,3% обследованных выявлено ухудшение пульсового кровенаполнения в ответ на физическую нагрузку. В 16,7% случаев изменения были обнаружены при проведении обеих проб.

Одной из особенностей ангиопатий нижних конечностей при СД является первоначальное поражение дистальных отделов сосудистого русла с последующим вовлечением в процесс проксимальных [4].

В группе обследованных нами больных нарушение периферического кровообращения в стопах со снижением РИ и РМПО в покое выявлено у 5 больных, причем у 2 аналогичные изменения отме-

чались и в голених. У детей, имевших нормальные значения пульсового кровенаполнения в стопах в покое, при проведении функциональных проб адекватная реакция отмечена только у 4, более чем у половины (53%) обнаружены изменения при проведении обеих проб, у каждого 5-го ребенка отсутствовала реакция на физическую нагрузку. Приведенные данные свидетельствуют о снижении функциональных возможностей периферического кровотока в стопах у большей части обследованных пациентов.

Анализ частоты встречаемости гемодинамических нарушений в нижних конечностях, выявляемых в покое и при проведении функциональных проб, показал, что она возрастала по мере увеличения давности СД ( $p < 0,05$ ).

К числу факторов, способствующих формированию диабетических ангиопатий, относятся хроническая гипергликемия и изменение липидного спектра крови с увеличением ее атерогенных свойств.

По нашим данным, снижение интенсивности кровотока в нижних конечностях в покое достоверно чаще ( $p < 0,05$ ) выявлялось у больных с декомпенсацией СД. Среди детей с нормальными значениями РИ и РМПО отклонения в пробах также чаще имели место у пациентов с декомпенсацией углеводного обмена. Снижение уровня липопротеидов высокой плотности, повышение концентрации холестерина и липопротеидов низкой плотности в нашем исследовании с одинаковой частотой встречались у больных всех групп. Однако наличие отрицательной связи между показателями, характеризующими интенсивность кровотока, и коэффициентом атерогенности ( $r = -0,6$ ;  $p < 0,05$ ), и прямая зависимость между уровнем общего холестерина и параметрами, отражающими затруднение венозного оттока ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,05$ ), подтверждают значимость нарушений липидного обмена в изменении регионального кровотока в нижних конечностях.

### Заключение

Полученные в ходе исследования данные указывают на высокую частоту встречаемости у детей и подростков с СД 1-го типа доклинических форм диабетических ангиопатий нижних конечностей, подтверждают роль нарушений углеводного и липидного обмена в их формировании. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости использования для выявления ранних стадий диабетических ангиопатий нижних конечностей РВГ с проведением функциональных проб.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ляйфер А.И., Солун М.Н. // Пробл. эндокринологии. — 1992. — № 4. — С. 40.
2. Анциферов М.Б., Галстян Г.Р., Токмакова А.Ю. и др. // Сахарный диабет. — 2001. — № 2. — С. 2—8.
3. Биск Б.И. Реовазография. — Иваново, 1988. — С. 85.
4. Мамедгасанов Р.М. Ранние стадии диабетических ангиопатий нижних конечностей: Автореф. ... докт. мед. наук. — М., 1989.