

Диагностические возможности ультразвуковой эластографии почек у детей с метаболическим синдромом

А. В. Борсуков, В. В. Бекезин, Е. Ю. Козлова, О. В. Пересецкая

Смоленский государственный медицинский университет Минздрава России

Цель исследования: оценить возможности использования эластографии сдвиговой волны почек в качестве метода ранней неинвазивной диагностики почечных нарушений у детей, страдающих ожирением и метаболическим синдромом.

Материалы и методы. В исследование включили 79 пациентов в возрасте от 11 до 17 лет с избыточной массой тела, которых разделили на две группы: с метаболическим синдромом ($n = 26$) и с ожирением ($n = 53$). Контрольную группу составили 16 детей с нормальной массой тела и без патологии мочевыделительной системы.

Всем пациентам проводилось ультразвуковое исследование почек при помощи цифровой ультразвуковой портативной системы ANGIODIN-Сono/P-Ultra (НПФ «БИОСС», Россия) электронным конвексным датчиком с диапазоном частот 3–6 МГц в положении больного лежа на животе.

Результаты. По данным эластографии сдвиговой волны у детей с метаболическим синдромом жесткость почечной паренхимы составила 32,81 кПа для правой почки и 29,42 кПа для левой почки. В группе детей с ожирением этот показатель составил 14,32 и 15,20 кПа соответственно. В контрольной группе жесткость почечной паренхимы для правой почки была равна 7,80 кПа, для левой — 7,48 кПа.

Заключение. Эластография сдвиговой волны является информативным неинвазивным методом оценки состояния почек у детей с ожирением и метаболическим синдромом.

Ключевые слова: эластография сдвиговой волны, соноэластография, дети, почки, метаболический синдром.

Diagnostic Potential of Renal Ultrasound Elastography in Children with Metabolic Syndrome

A. V. Borsukov, V. V. Bekezin, E. Yu. Kozlova, O. V. Peresetskaya

Smolensk State Medical University, Ministry of Health of Russia

Study Objective: To assess the potential of using shear-wave elastography of the kidney as a noninvasive diagnostic tool for the early detection of renal disorders in obese children, with or without metabolic syndrome.

Materials and Methods: The study included 79 overweight patients, aged 11 to 17, who were divided into two groups: patients with metabolic syndrome ($n = 26$) and obese patients ($n = 53$). The control group included 16 children with normal body weight who had no urinary-tract disorders. All patients were given a renal ultrasound examination, while lying in a prone position. This procedure was done using the digital ultrasound portable system ANGIODIN-Sono/P-Ultra (NPF BIOSS, Russia) equipped with an electronic convex probe of 3 to 6 MHz.

Study Results: In children with metabolic syndrome, the stiffness of the liver parenchyma, as measured by shear-wave elastography, was 32.81 kPa in the right kidney and 29.42 kPa in the left kidney. In obese children, this parameter was 14.32 and 15.20 kPa, respectively. In the control group, the stiffness of the liver parenchyma was 7.8 kPa in the right kidney and 7.48 kPa in the left kidney.

Conclusion: Shear-wave elastography is an informative, noninvasive method of renal evaluation in children with obesity and metabolic syndrome.

Keywords: shear-wave elastography, sonoelastography, children, kidneys, metabolic syndrome.

Ожирение стало тяжелой проблемой общественного здравоохранения во многих странах мира. В настоящее время распространенность избыточной массы тела и ожирения среди взрослого населения в странах Европы превышает 40% [4]. Вызывает тревогу высокая распространенность ожирения среди детей и подростков. По данным мультицентрового исследования, проведенного В. А. Тутельяном и соавт., распространенность избыточной массы тела и ожирения в различных регионах России оказалась сходной: в Астрахани — 18,8% и 4,7%; в Екатеринбурге — 20,7% и 5,3%; в Красноярске — 22,0% и 6,7%; в Санкт-Петербурге — 18,7% и 5,9%; в Самаре — 19,4% и 6,0% соответственно [9].

Ожирение давно признано в качестве независимого фактора риска развития сердечно-сосудистых заболеваний

и сахарного диабета. Новые исследования показывают, что оно является также фактором риска формирования хронических заболеваний почек [2, 13, 18]. Потенциальные механизмы, посредством которых ожирение влияет на почечную ткань, включают инсулинорезистентность и гиперлипидемию, изменение гемодинамики, активацию ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС), воспаление и окислительный стресс [21].

При обследовании больных с подозрением на почечную патологию наряду с клинико-анамнестическими данными и лабораторными тестами важную роль играют визуальные диагностические методы (рентгеновские, ультразвуковые, магнитно-резонансные, радионуклидные) [5, 22]. Рентгенография является первым визуализирующим методом. Хотя она широко использовалась во второй половине

Борсуков Алексей Васильевич — д. м. н., профессор, директор ПНИЛ «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава России. 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, д. 28. E-mail: bor55@yandex.ru

Бекезин Владимир Владимирович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой детских болезней лечебного и стоматологического факультетов, проректор по научной работе ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава России. 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, д. 28. E-mail: smolenskvv@yandex.ru

Козлова Елена Юрьевна — аспирант кафедры детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава России. 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, д. 28. E-mail: keu83smol@rambler.ru

Пересецкая Ольга Владимировна — к. м. н., доцент кафедры детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава России. 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, д. 28. E-mail: olga_peresec@inbox.ru

прошлого века, следует учитывать, что дети имеют высокие темпы пролиферации клеток, особенно во время физиологических скачков роста, и, следовательно, являются более радиочувствительными. Появление йодсодержащих контрастных средств, позволяющих визуализировать структуру органа, дало возможность расширить перечень показаний для проведения рентгенографии и обусловило появление в числе диагностических методов таких исследований, как экскреторная урография, цистография, ангиография. Однако ангиография имеет очень ограниченное применение в педиатрической практике в связи со сложностью и потенциальной опасностью ее проведения.

КТ сопряжена с высокой дозой облучения [23]. Для проведения МРТ требуется дорогостоящее оборудование и необходимо проведение седации детей дошкольного и младшего школьного возраста. Радионуклидные методы используются для уточнения функционального состояния почек. УЗИ в связи с его повсеместным распространением, экономической доступностью и неинвазивностью используется в качестве метода визуализации первой линии [17]. Появление новых ультразвуковых технологий значительно расширило возможности применения ультразвука, в том числе в уронологии. Помимо определения морфологических параметров (размеров почек, толщины паренхимы, эхогенности), посредством УЗИ можно оценить и функциональные параметры (в частности, провести качественную и количественную оценку кровотока) [7].

Количественно оценить жесткость почечной ткани возможно с помощью нового метода ультразвуковой диагностики — эластографии сдвиговой волны [3]. Принцип действия метода основан на генерации в тканях сдвиговой волны и последующей оценке скорости ее распространения [8]. Метод эластографии сдвиговой волны на сегодняшний день используется в диагностике заболеваний печени, молочной железы, щитовидной железы [1, 3]. Данных по его применению для диагностики заболеваний почек в литературе мало.

Цель исследования: оценить возможности использования эластографии сдвиговой волны почек в качестве метода ранней неинвазивной диагностики почечных нарушений у детей, страдающих ожирением и метаболическим синдромом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 79 пациентов, страдающих ожирением, в возрасте от 11 до 17 лет, находившихся на стационарном лечении в педиатрическом отделении № 1 ОГБУЗ «Детская клиническая больница» г. Смоленска (заведующая отделением — к. м. н., доцент кафедры госпитальной педиатрии, врач высшей категории Т. А. Плескачевская) в 2015–2016 гг. Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией¹ и одобрено этическим комитетом Смоленского государственного медицинского университета.

У всех обследованных детей оценивали клинико-анамнестические и антропометрические данные: вес (кг), рост (см), окружность талии (см), индекс массы тела (ИМТ, кг/м²). В работе была использована классификация ожирения на основе перцентильных таблиц ИМТ в сопоставлении его с полом и возрастом пациента.

Метаболический синдром устанавливался согласно рекомендациям Международной федерации диабета (International Diabetes Federation) 2007 г. [10]. Детей 11–16 лет включали в группу метаболического синдрома при наличии абдоминального ожирения в сочетании с двумя из следующих дополнительных критериев: артериальная гипертензия (АГ); уровень триглицеридов более 1,7 ммоль/л; содержание ЛПВП менее 1,03 ммоль/л; уровень глюкозы плазмы крови натощак более 5,6 ммоль/л. Метаболический синдром у детей старше 16 лет определяли согласно критериям для взрослых [10]. АГ диагностировали в случае повышения средних уровней систолического и/или диастолического артериального давления (АД) для данного возраста, пола, роста по результатам суточного мониторирования АД.

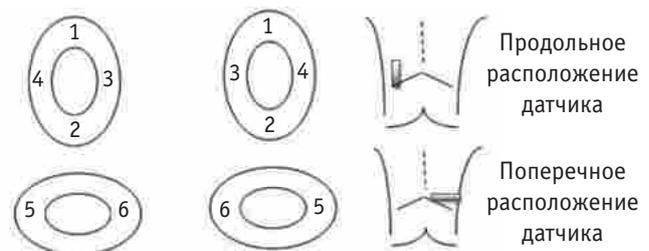
Общеклиническое обследование включало общие анализы крови и мочи; проводился биохимический анализ крови с определением параметров липидного и углеводного обмена, протромботического статуса.

Пациенты были разделены на две группы: *первую* составили дети с метаболическим синдромом (n = 26), *вторую* — дети с ожирением (n = 53). В *контрольную группу* вошли дети 2-й группы здоровья с нормальной массой тела, не имевшие патологии мочевыделительной системы (n = 16).

УЗИ почек проводилось при помощи цифровой ультразвуковой портативной системы АНГИОДИН-Соно/П-Ультра (НПФ «БИОСС», Россия) электронным конвексным датчиком с диапазоном частот 3–6 МГц в положении больного лежа на животе. УЗИ включало сканирование в В-режиме с оценкой размеров, расположения и контуров почек, исследование в режиме энергетического доплера и эластографии паренхиматозного слоя почек в шести точках в продольном и поперечном направлениях с оценкой жесткости почечной паренхимы в килопаскалях. Выбор точек был обусловлен анатомическим строением почки (рис. 1).

При исследовании в серошкальном режиме при хорошей визуализации всех отделов почек включали режим эластографии сдвиговой волны. Измерение проводится при задержке дыхания. На экране на фоне серошкального изображения в виде цветовой эластограммы кодируется эластичность исследуемого отдела почечной паренхимы: жесткая ткань, характеризующаяся высокими показателями в килопаскалях, картируется в красной цветовой гамме; ткань с низкими показателями в килопаскалях — в голубой цветовой гамме. На экране при этом отображается показатель упругости (кПа). Средний показатель в килопаскалях регистрируется, когда отклонение от средней величины не превышает 30%.

Рис. 1. Точки эластографии паренхимы почек



¹ Декларация «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» принята Всемирной медицинской ассоциацией в июне 1964 г. (Хельсинки, Финляндия). — Примеч. авт.

Статистическую обработку проводили с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2000 и Statistica 7. Данные представляли в виде медианы (Me) и стандартного отклонения (SD), 25-го и 75-го перцентилей. Для сравнения полученных показателей использовали критерии Манна — Уитни, Колмогорова — Смирнова. Статистическую значимость различий констатировали при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке антропометрических показателей была выявлена тенденция ($p > 0,05$) к более высоким показателям массы тела у детей с метаболическим синдромом ($94,57 \pm 13,72$ кг), чем у детей с ожирением ($87,15 \pm 12,68$ кг). Аналогичная тенденция отмечена при сравнении ИМТ, который в первой группе составил $34,94 \pm 3,78$ кг/м², а во второй — $31,23 \pm 2,80$ кг/м².

При оценке углеводного обмена в группе детей с метаболическим синдромом в трех случаях выявлялись показатели сахара крови, соответствовавшие нарушенной гликемии натощак. В целом различий по уровню гликемии у детей групп сравнения получено не было: средний показатель гликемии натощак в первой группе составил $5,60 \pm 0,84$ ммоль/л, во второй — $5,37 \pm 0,31$ ммоль/л.

Анализ показателей липидного спектра выявил статистически значимое повышение уровня триглицеридов у детей с метаболическим синдромом по сравнению с детьми с ожирением: $2,10 \pm 0,04$ ммоль/л в первой группе против $1,05 \pm 0,02$ ммоль/л во второй ($p < 0,05$). Показатели общего холестерина, коэффициента атерогенности статистически значимых различий не имели. Содержание холестерина ЛПВП в первой группе составило $0,86 \pm 0,15$ ммоль/л против $1,49 \pm 0,27$ ммоль/л во второй ($p < 0,05$).

По результатам суточного мониторирования АД у 16 детей первой группы регистрировалась АГ: лабильная ($n = 9$; 56,25%) и стабильная ($n = 7$; 43,75%). АГ у всех детей с метаболическим синдромом была 1-й степени, высокого риска. Во второй группе АГ не регистрировалась.

При проведении эластографии были выявлены статистически значимые различия по показателю эластичности почечной паренхимы между детьми с метаболическим синдромом и с ожирением, между детьми с метаболическим синдромом и участниками контрольной группы, а также между детьми с ожирением и участниками контрольной группы (табл.).

На рисунках 2 и 3 представлены для сравнения эхограммы почки у ребенка контрольной группы (см. рис. 2) и ребенка с метаболическим синдромом (см. рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Жировая ткань представлена в разных количествах во всех тканях организма. Ее распределение зависит от пола, возраста, характера питания, генетических особенностей, физической активности [6]. Около 80–90% жировой ткани распределено подкожно в области живота, ягодичных и бедренных областях. Висцеральная жировая ткань составляет приблизительно 10–20% и располагается в области сердца, суставов, печени, почек, сальниках. Именно висцеральное ожирение является фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и метаболических нарушений.

Жировая ткань почек представлена окопочечной жировой клетчаткой и жиром почечного синуса. Жир почечного синуса представляет собой периваскулярную жировую ткань вокруг крупных ветвей почечной артерии и вены, лимфатических сосудов, чашечек почки, мочеточников. Накопление жира вокруг почек играет роль в нарушении функции почек

Показатели эластичности почечной паренхимы у обследованных детей, кПа

Группы	Эластичность почечной паренхимы, кПа	
	правая почка	левая почка
Дети с метаболическим синдромом (n = 26)	32,81 (12,34; 55,46)*, **	29,42 (14,04; 51,99)*, **
Дети с ожирением (n = 53)	14,32 (11,72; 24,06)***	15,20 (12,05; 22,61)***
Контрольная группа (n = 16)	7,80 (7,10; 9,55)	7,48 (6,27; 8,22)

* Различия между детьми с метаболическим синдромом и детьми контрольной группы статистически значимы: $p < 0,05$.

** Различия между детьми с метаболическим синдромом и детьми с ожирением статистически значимы: $p < 0,05$.

*** Различия между детьми с ожирением и детьми контрольной группы статистически значимы: $p < 0,05$.

Примечание. Данные представлены как медиана (25-й процентиль; 75-й процентиль).

Рис. 2. Эластограмма паренхимы почки ребенка контрольной группы: низкий показатель жесткости паренхимы. Фото авторов



и повышении АД [15, 16]. В исследованиях на животных, страдающих ожирением, показано, что увеличение содержания жира в почечном синусе смещает и сдавливает почечные лимфатические сосуды и вены, а также мочеточники [12, 19]. Сдавление этих структур приводит к увеличению почечного гидростатического давления и активирует РААС. Активация РААС способствует развитию АГ, инсулинорезистентности, атеросклероза. В другом исследовании накопление липидов в области почечной паренхимы за счет развития липотоксичности приводило к воспалению, окислительному стрессу и почечному фиброзу [20]. Эти исследования подтверждают ассоциацию накопления липидов в почках с сопутствующими структурными и функциональными изменениями в них [11, 14].

Таким образом, выявленные нами изменения показателей эластичности почечной паренхимы у детей с ожирением

Рис. 3. Эластограмма паренхимы почки ребенка с метаболическим синдромом: высокий показатель жесткости паренхимы. Фото авторов



могут свидетельствовать о нарастании стеатоза почечного синуса, что ведет к повышению жесткости почки путем давления изнутри на паренхиму с уменьшением объема паренхимы, ограниченной почечной капсулой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом полученных данных эластография сдвиговой волны является информативным неинвазивным методом оценки состояния почек у детей с ожирением и метаболическим синдромом и диагностическим инструментом для оценки риска развития артериальной гипертензии при избыточной массе тела и ожирении. Повышение жесткости паренхиматозного слоя почек, с нашей точки зрения, является более ранним маркером развития артериальной гипертензии, чем нарушение ангиоархитектоники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борсуков А. В., Крюковский С. Б., Покусаева В. Н., Никифоровская Е. Н. и др. Эластография в клинической гепатологии (частные вопросы). Смоленск: Смоленская городская типография, 2011. С. 39–54.
2. Гайсина Л. Р., Сафина А. И., Валева Ф. В. Функциональное состояние почек у детей и подростков с ожирением // Ожирение и метаболизм. 2011. № 2. С. 52–55.
3. Зыкин Б. И., Постнова Н. А., Медведев М. Е. Эластография: анатомия метода // Промежуточная диагностика, променевая терапия. 2012. № 2–3. С. 107–182.
4. Ивашкин В. Т., Драпкина О. М., Корнеева О. Н. Клинические варианты метаболического синдрома. М.: МИА, 2012. С. 32–36.
5. Мусина Н. С., Семенова Р. И. Радионуклидная оценка функционального состояния почек у пациентов с артериальной

6. Окорочков П. Л., Васюкова О. В., Воронцов А. В. Методы оценки количества и распределения жировой ткани в организме и их клиническое значение // Пробл. эндокринологии. 2014. № 3. С. 53–58.
7. Пыков М. И., Гуревич А. И., Кошечкина Н. А., Полещук Л. А. и др. Детская ультразвуковая диагностика // Уронефрология. В 5 тт. Т. 2. М.: Видар, 2014. С. 11–32.
8. Руденко О. В., Сафонов Д. В., Рыхтих П. И., Гурбатов С. Н. и др. Физические основы эластографии. Ч. 2: Эластография на сдвиговой волне (лекция) // Радиология — практика. 2014. № 4. С. 62–71.
9. Тутельян В. А., Батурич А. К., Конь И. Я., Мартинчик А. Н. и др. Распространенность ожирения и избыточной массы тела

- среди детского населения РФ: мультицентровое исследование // Педиатрия. 2014. Т. 93. № 5. С. 28–31.
10. Alberti S. G., Zimmet P., Kaufman F., Tajima N. et al. *IDF definition of metabolic syndrome in children and adolescents* // International Diabetes Federation, 2007. URL: <http://www.idf.org/metabolic-syndrome/children> (дата обращения — 11.05.2016).
 11. De Pergola G., Campobasso N., Nardecchia A., Triggiani V. et al. *Para- and perirenal ultrasonographic fat thickness is associated with 24-hours mean diastolic blood pressure levels in overweight and obese subjects* // BMC. Cardiovasc. Disord. 2015. Vol. 15. N 1. P. 108–115.
 12. Dwyer T. M., Mizelle H. L., Cockrell K., Buhner P. *Renal sinus lipomatosis and body composition in hypertensive, obese rabbits* // Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 1995. Vol. 19. N 12. P. 869–874.
 13. Felizardo R. J. F., da Silva M. B., Aguiar C. F., Câmara N. O. S. *Obesity in kidney disease: A heavyweight opponent* // World J. Nephrol. 2014. Vol. 3. N 3. P. 50–63.
 14. Foster M. C., Hwang S. J., Porter S. A., Massaro J. M. et al. *Fatty kidney, hypertension, and chronic kidney disease: the Framingham Heart Study* // Hypertension. 2011. Vol. 58. N 5. P. 784–790.
 15. Foster M. C., Yang Q., Hwang S. J., Hoffmann U. et al. *Heritability and genome-wide association analysis of renal sinus fat accumulation in the Framingham Heart Study* // BMC. Med. Genet. 2011. URL: <http://www.biomedcentral.com/1471-2350/12/148> (дата обращения — 11.05.2016).
 16. George S. M., Kalantarina K. *The role of imaging in the management of cardiorenal syndrome* // Int. J. Nephrol. 2011. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3034942> (дата обращения — 11.05.2016).
 17. Johns B. R., Pao A. C., Kim S. H. *Metabolic syndrome, insulin resistance and kidney function in non-diabetic individuals* // Nephrol. Dial. Transplant. 2012. Vol. 27. N 4. P. 1410–1415.
 18. Lim S. *Ectopic fat assessment focusing on cardiometabolic and renal risk* // Endocrinol. Metab. (Seoul.). 2014. Vol. 29. N 1. P. 1–4.
 19. Montani J. P., Carroll J. F., Dwyer T. M., Antic V. et al. *Ectopic fat storage in heart, blood vessels and kidneys in the pathogenesis of cardiovascular diseases* // Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 2004. Vol. 28. Suppl. 4. P. S58–65.
 20. Reisin E., Jack A. V. *Obesity and hypertension: mechanisms, cardio-renal consequences, and therapeutic approaches* // Med. Clin. North Am. 2009. Vol. 93. N 3. P. 733–751.
 21. Tang J., Yan H., Zhuang S. *Inflammation and oxidative stress in obesity-related glomerulopathy* // Int. J. Nephrol. 2012. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3332212> (дата обращения — 11.05.2016).
 22. Warner L., Yin M., Glaser K. J., Woollard J. A. et al. *Noninvasive In vivo assessment of renal tissue elasticity during graded renal ischemia using MR elastography* // Invest. Radiol. 2011. Vol. 46. N 8. P. 509–514.
 23. Westra S. J. *The communication of the radiation risk from CT in relation to its clinical benefit in the era of personalized medicine. Part 1: the radiation risk from CT* // Pediatr. Radiol. 2014. Vol. 44. Suppl. 3. P. S515–518. ■

Библиографическая ссылка:

Борсуков А. В., Бекезин В. В., Козлова Е. Ю., Пересецкая О. В. Диагностические возможности ультразвуковой эластографии почек у детей с метаболическим синдромом // Доктор.Ру. 2016. № 6 (123). С. 52–56.