

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧЕК ПО ДАННЫМ ЭЛАСТОГРАФИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНОЙ У ДЕТЕЙ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ НА ФОНЕ ОЖИРЕНИЯ

Борсуков А.В., Бекезин В.В., Козлова Е.Ю., Зуй В.С.

ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный медицинский университет» МЗ РФ

*Введение.* Метаболические и гемодинамические осложнения ожирения (инсулинорезистентность и гипергликемия, артериальная гипертензия, атерогенная дислипидемия) приводят к формированию метаболического синдрома уже в подростковом возрасте, и к высоким рискам сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности после взросления. В последние годы исследования показали, что ожирение и метаболический синдром являются независимыми факторами риска развития хронической болезни почек (ХБП). Наиболее распространенным и безопасным методом исследования почек в педиатрической практике является ультразвуковое исследование.

*Цель исследования:* изучить новые возможности эластографии сдвиговой волны для диагностики структурно-функционального состояния почек у детей с артериальной гипертензией на фоне ожирения.

*Материалы и методы.* Ультразвуковое исследование почек проводилось при помощи цифровой ультразвуковой портативной системы АНГИОДИН – Соно/П – Ультра (НПФ «БИОСС» Россия). Обследовано 83 ребенка, которым проведена эластография сдвиговой волной паренхиматозного слоя почек с определением жесткости почечной паренхимы в кПа.

*Результаты.* Выявлено, что у детей с артериальной гипертензией на фоне ожирения по результатам эластографии сдвиговой волны, были выявлены достоверные различия эластичности почечной паренхимы между детьми с АГ на фоне ожирения (1-я группа, n=37) и детьми с несложненным ожирением (2-я группа, n=26). Показатели эластичности паренхимы почек у детей контрольной группы (n=20) были достоверно ниже, чем у детей 1-й и 2-й групп. Результаты свидетельствуют, что у детей 1-й группы со стабильной АГ высокие значения эластичности паренхимы почек регистрировались в 3,2 раза чаще по сравнению с детьми 1-й группы с диагностированной лабильной АГ (табл. 3).

*Заключение.* С учетом полученных данных, эластография сдвиговой волны является информативным неинвазивным методом оценки состояния почек у детей с артериальной гипертензией на фоне ожирения. Данный метод диагностики может использоваться в педиатрической практике как скрининговый метод (до проведения СМАД) для оценки риска развития АГ, степени АГ и адекватности проводимой гипотензивной терапии.

*Ключевые слова:* почки, ожирение, дети, ультразвуковая диагностика, артериальная гипертензия.

## PECULIARITIES OF STRUCTURAL-FUNCTIONAL STATE OF THE KIDNEYS ACCORDING ELASTOGRAPHY SHEAR WAVE IN CHILDREN WITH ARTERIAL HYPERTENSION ON THE BACKGROUND OF OBESITY

Borsukov A.V., Bekezin V.V., Kozlova E.U., Zuy V.S.

*Introduction.* Metabolic and hemodynamic consequences of obesity (insulin resistance and hyperglycemia, hypertension, dyslipidemia) of metabolic syndrome in adolescence and an accordingly high risk of cardiovascular morbidity and mortality in adulthood. In recent years, studies have shown that obesity and metabolic syndrome are independent risk factors for chronic kidney disease (CKD). Ultrasonography is the most commonly used noninvasive method for research of the kidneys in pediatric patients.

*Aim of the study:* to assess new features of shear wave elastography for the diagnosis of structural-functional state of the kidneys in children with arterial hypertension and obesity.

*Materials and methods.* Ultrasound examination of kidneys was performed using a digital portable ultrasound system ANGIODIN – sono / P – Ultra (NPF “BIOS” Russia). Was examined 83 children who underwent elastography shear wave parenchymal layer of the kidney definition of renal parenchymal stiffness in kPa.

*Results.* In patients with arterial hypertension and obesity the results of elastography, shear waves we found significant differences in the elasticity of the renal parenchyma between those with arterial hypertension (group 1, n=37) and children with uncomplicated obesity (group 2, n=26). The elasticity of the renal parenchyma in patients of the control group (n=20) was significantly lower than in patients of the 1st and 2nd groups. The results show that in children of the 1st group with stable hypertension high values of the elasticity of the renal parenchyma were detected in 3,2 times more often in comparison with children of the 1st group were diagnosed with labile hypertension.

*Conclusion.* The shear wave elastography is an informative noninvasive method of evaluation of the kidneys in children with arterial hypertension with obesity. This diagnostic approach can be used in pediatric patients as a screening method (before ABPM) to assess the risk of developing hypertension, degree of hypertension and the adequacy of current anti-hypertensive therapy.

*Keywords:* kidney, obesity, children, ultrasonic diagnostics, arterial hypertension.

## Введение

Количество людей с избыточной массой тела и ожирением во всем мире за последние три десятилетия значительно увеличилось. Одной из причин эпидемического распространения ожирения считается малоподвижный образ жизни на фоне избыточного потребления пищи, богатой углеводами и жирами [1-5]. По данным 2014 года, в мире более 1,9 миллиарда взрослых людей в возрасте 18 лет и старше имели избыточный вес. Из этого числа свыше 600 миллионов человек страдают от ожирения [6]. Вызывает тревогу растущая распространенность ожирения среди детей и подростков. В мире избыточную массу тела имеют 30 миллионов детей, из них ожирением страдают 15 миллионов<sup>1</sup>. Измерение эластичности ткани стало важным достижением в области медицинской визуализации и структурной характеристики тканей. Большинство мягких тканей могут иметь сходную ультразвуковую эхогенность, но совершенно разные механические свойства, которые можно использовать в дифференциальной диагностике нормальной или пораженной ткани. Эластография является недавно разработанным, неинвазивным, недорогим, безопасным и удобным методом оценки эластичности тканей, основанным на измерении упругих свойств материала мягких тканей. Области применения эластографии в медицинской диагностике и мониторинге лечения неуклонно расширяются. Согласно рекомендациям

<sup>1</sup> Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению ожирения у детей и подростков. Москва 2013.

Европейской федерации обществ по ультразвуку в медицине и биологии (EFSUMB) эластография используется в диагностике диффузных заболеваний печени, патологии молочных желез, щитовидной железы, простаты, опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта [16].

*Цель* нашего исследования – изучить возможности эластографии сдвиговой волной для диагностики структурно-функционального состояния почек у детей с артериальной гипертензией на фоне ожирения.

## Материалы и методы

Обследовано 83 ребенка в возрасте от 11 до 17 лет, страдающих ожирением и находившихся на стационарном лечении в педиатрическом отделении №1 ОГБУЗ «Детская клиническая больница» г. Смоленска в 2015-2016 гг. (заведующая отделением – Плещачевская Т.А., к.м.н., доцент кафедры госпитальной педиатрии, врач высшей категории). Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (принятой в июне 1964 г. (Хельсинки, Финляндия) и одобрено Этическим комитетом Смоленского государственного медицинского университета. У всех обследованных детей оценивали клинико-анамнестические, антропометрические данные, включающие определение веса (кг), роста (см), окружности талии (ОТ) (см), индекса массы тела (ИМТ кг/м<sup>2</sup>). В работе была использована классификация ожирения, основанная на перцентильных таблицах индекса массы тела и

сопоставлении его с полом и возрастом конкретного пациента.

Общеклиническое обследование включало общие анализы крови и мочи. Проводился биохимический анализ крови с определением параметров липидного и углеводного обменов, протромботического статуса, определение функции почек по пробе Зимницкого, скорости клубочковой фильтрации расчетным методом по формуле Шварца, пероральный глюкозотолерантный тест, определение микроальбуминурии (тест-система Микроальбуфан), проведение суточного мониторирования артериального давления (СМАД). Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) проводилось на аппарате PLAB (Россия). По результатам холтеровского мониторирования АД определяли средние значения АД за день и ночь; показатели нагрузки давлением (индекс времени гипертензии) за день и ночь; вариабельность АД; суточный индекс (степень ночного снижения АД); величину и скорость утреннего подъема АД (ВУП и СУП).

Все пациенты были разделены на две группы. Первую группу составили 37 детей с изолированной систолической АГ (лабильная или стабильная) по данным СМАД на фоне ожирения (ИМТ – 25-30 кг/м<sup>2</sup>). При этом у 22 детей (59,5%) регистрировалась лабильная АГ (ЛАГ), а у 15 детей (40,5 %) – стабильная АГ (САГ) (табл. 1).

Таблица 1

#### Параметры суточного мониторирования АД у детей 1-й группы

Параметры СМАД (M±m)	1-я группа (n=37)	
	Дети с ЛАГ (n=22)	Дети с САГ (n=15)
САД сутки (мм рт. ст.)	125,7±1,88	138,2±1,76*
ДАД сутки (мм рт. ст.)	79,6±1,67	81,4±2,05
Индекс времени САД сутки (%) (ИВ)	29,8±1,92	68,4±2,03*
ИВ ДАД сутки (%)	19,6±1,57	20,9±1,62

\* - достоверность различий ( $p < 0,05$ ) между показателями у детей с ЛАГ и САГ (2-я группа)

Во 2-ю группу (группа сравнения) вошло 26 детей с первичным неосложненным ожирением (ИМТ – 25-30 кг/м<sup>2</sup>). По результатам СМАД – АГ не регистрировалась. Дети 1-й и 2-й групп

медикаментозную терапию не получали.

Контрольная группа – 20 детей первой и второй групп здоровья с ИМТ (25-й – 75-й перцентиль) и уровнем АД менее 90-го перцентиль с учетом возраста, роста и пола ребенка. 1-я, 2-я и контрольная группы были однородными по полу и возрасту.

АГ диагностировали в случае повышения средних уровней систолического и/или диастолического артериального давления (АД) для данного возраста, пола, роста по результатам суточного мониторирования АД<sup>2</sup>.

Ультразвуковое исследование почек проводилось при помощи цифровой ультразвуковой портативной системы АНГИОДИН - Соно/П - Ультра (НПФ «БИОСС», Россия) электронным конвексным датчиком 3-6 МГц. В связи со сложностью ультразвукового исследования детей с ожирением вследствие толстого слоя подлежащей подкожно-жировой клетчатки, исследование выполнялось из положения больного лежа на животе. В этом положении из-за небольшой толщины мышц поясничной области и слабо развитого подкожно-жирового слоя почки видны в различных плоскостях. За несколько дней до исследования исключались продукты, вызывающие повышенное газообразование. Эластография сдвиговой волной паренхиматозного слоя почек проводилась в 6 точках в продольном и поперечном сканировании почек. Выбор точек обусловлен анатомическим строением почки (рис.1).

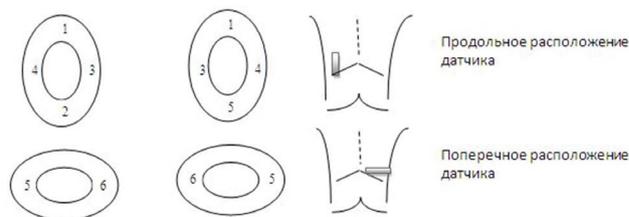


Рис. 1. Точки эластометрии паренхимы почек.

При достижении качественного изображения в В режиме, когда наблюдается хорошая и устойчивая визуализация всех отделов почек, включаем режим эластометрии сдвиговой волной. Датчик располагается в начале продольной плоскости, затем поперечно при минимальной компрессии на кожу пациента. На экране, на фоне серошкального изображения в виде цветовой эластограммы кодируется эластичность исследуемой ткани.

<sup>2</sup> Рекомендации по диагностике, лечению и профилактике АГ у детей и подростков (ВНОК, АДКР), 2009.

дуемого отдела почечной паренхимы. Жесткая ткань, характеризующаяся высокими показателями в килопаскалях, картируется в красной цветовой гамме. Ткань с низкими показателями в килопаскалях изображается в голубой цветовой гамме. На экране при этом отображается цифровое значение жесткости в кПа. Регистрируется средний показатель в килопаскалях (кПа), когда отклонение не более 30 % от среднего показателя.

Статистическую обработку проводили с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2000 и Statistica 7. Проводилась проверка на нормальность с помощью теста Шапиро. Данные представляли в виде средней (M), стандартной ошибки (m) при нормальном распределении; медианы (Me) и перцентилей (25-й; 75-й). Для сравнения полученных показателей использовали критерии Манна-Уитни, Колмогорова-Смирнова. Статистическую значимость различий констатировали при  $p < 0,05$ .

### Результаты

По результатам эластографии сдвиговой волны были выявлены изменения плотности (эластичности) паренхимы почек (кПа) у обследованных детей 1-й и 2-й групп по сравнению с детьми контрольной группы. Так медиана эластичности паренхимы правой почки у детей с АГ на фоне ожирения и детей с неосложненным ожирением превышала аналогичный показатель у детей контрольной группы в 4,3 и 2,1 раза соответственно (табл. 2). При этом у детей 2-й группы эластичность паренхимы почек достоверно имела более высокие показатели, чем у

детей с неосложненным ожирением.

На фоне изменения эластичности паренхимы почек регистрировалось повышение скорости клубочковой фильтрации на 4,5 % у детей 2-й группы по сравнению с детьми контрольной группы ( $p < 0,05$ ). При этом у детей 1-й группы отмечалась тенденция к снижению данного показателя по сравнению с детьми 2-й группы (табл. 2).

В ходе дальнейшего исследования был проведен анализ состояния эластичности паренхимы почек у детей с АГ на фоне ожирения в зависимости от варианта повышения артериального давления по результатам СМАД (лабильная или стабильная АГ). Для расчета была взята частота встречаемости показателей эластичности паренхимы почек у детей 1-й группы, превышающих значение 75-го перцентилея эластичности паренхимы почек у детей 2-й группы (группа сравнения). Результаты свидетельствуют, что у детей 1-й группы со стабильной АГ высокие значения эластичности паренхимы правой почки регистрировались в 3,2 раза чаще по сравнению с детьми 1-й группы с диагностированной лабильной АГ (табл. 3).

Таким образом, на плотность (эластичность) паренхимы почечной ткани в естественных условиях могут оказывать влияние гемодинамические факторы – стойкость (длительность) повышения на протяжении суток системного систолического артериального давления. Почечная гемодинамика зависит от системного артериального давления, повышение которого сопровождается, в том числе, и тенденцией к увеличению скорости клубочковой фильтрации.

Таблица 2

### Показатели эластичности паренхимы (ЭП) почек по данным эластографии и СКФ у обследованных детей

Параметры (Me (25% - 75%))	Группы		
	2-я группа (n=26)	1-я группа (n=37)	Контрольная группа (n=20)
ЭП правой почки (кПа)	15,57* (11,5-28,92)	31,75*# (14,51-48,74)	7,37 (6,84-8,02)
ЭП левой почки (кПа)	14,89* (11,13-28,18)	34,71*# (15,56-54,29)	7,81 (7,11-9,56)
СКФ (мл/мин/1,73 м <sup>2</sup> )	120,55* (103,40-131,40)	117,60 (107,60-135,7)	115,40 (89,40-119,20)

\* - достоверность различий ( $p < 0,05$ ) между показателями у детей 1-й и 2-й групп по сравнению с детьми контрольной группы.  
# - достоверность различий ( $p < 0,05$ ) между показателями у детей 1-й и 2-й групп.

Таблица 3.

**Состояние жесткости паренхимы почек у детей 1-й группы в зависимости от варианта АГ по результатам СМАД (лабильная, стабильная)**

Группы	Левая почка	Правая почка
	ЖП > 75 %о 2-й группы абс. (%)	ЖП > 75 %о 2-й группы абс. (%)
1-я группа (n=37)	19 (51,4 %)	20 (54,1 %)
Дети 1-й группы с ЛАГ (n=22)	6 (27,3 %)	5 (22,7 %)
Дети 1-й группы с САГ (n=15)	13 (86,7 %)*	14 (93,3 %)*

\* - достоверность различий ( $p < 0,05$ ) между показателями у детей 1-й группы с ЛАГ и детьми 1-й группы с САГ.

### Обсуждение

Количество детей, страдающих ожирением, в России постоянно растет. По данным мультицентрового исследования, проведенного В.А. Тутельян и соавт., распространенность избыточной массы тела и ожирения в различных регионах России оказалась сходной и составила соответственно: 18,8 и 4,7% в Астрахани, 20,7 и 5,3% в Екатеринбурге, 22,0 и 6,7% в Красноярске, 18,7 и 5,9% в Санкт-Петербурге, 19,4 и 6 % в Самаре [7]. Страдающие ожирением дети подвержены повышенному риску сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа, ортопедических проблем, нарушениям менструальной функции, психических расстройств, плохой успеваемости в школе и низкой самооценки [1-3, 5, 8-10, 12]. Ожирение вызывает сердечно-сосудистые и почечные заболевания посредством нескольких механизмов, включая гипертонию, гипергликемию, дислипидемию, воспаление и атеросклероз. Эти изменения часто сочетаются, формируя метаболический синдром. Тем не менее, есть данные, указывающие на то, что ожирение может привести к нарушению почечной функции, независимо от диабета и гипертонии [13, 14]. Ожирение может способствовать повреждению почек через прямые и косвенные механизмы. Косвенные механизмы развития ХБП включают наличие сахарного диабета и артериальной гипертензии. Прямые механизмы включают гемодинамические и гормональные эффекты, которые приводят к клубочковой гиперперфузии и гиперфльтрации. В дополнение к изменениям почечной гемодинамики, гормоны и цитокины, секретируемые жировой тканью, также способствуют ХБП [15].

Маркерами почечного повреждения согласно национальным рекомендациям по ХБП, явля-

ются: стойкое снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ); повышенная альбуминурия/протеинурия; стойкие изменения в осадке мочи; изменения электролитного состава крови и мочи; изменения почек по данным лучевых методов исследования<sup>3</sup>.

Ультразвуковая диагностика в настоящее время является наиболее распространенной из всех визуализирующих медицинских технологий. Одним из перспективных направлений неинвазивной характеристики тканей является эластография. Области применения эластографии в медицинской диагностике и мониторинге лечения неуклонно расширяются. Эластография показывает хорошие результаты в оценке степени фиброза и цирроза печени [17]. Растет количество зарубежных работ по использованию эластографии для оценки эластичности почечной паренхимы. Однако почки – это уникальный орган, имеющий сложную внутреннюю архитектуру. Полученные нами результаты согласуются с данными Warner L. который отмечает, что на измерение упругости ткани в естественных условиях могут оказать влияние гемодинамические факторы, такие как кровоток. Кроме артериального давления, почечная гемодинамика зависит от содержания крови, фильтрата и мочи в почках [18]. Исследование Asano K. показало, что влияние кровотока на значения почечной жесткости более значимо, нежели прогрессирование фиброза. Кроме того, изменения СКФ и реабсорбция жидкости также может влиять на почечную жесткость в силу внутриканальцевого содержания жидкости [18, 19]. В исследовании на

<sup>3</sup> Национальные рекомендации. Хроническая болезнь почек: основные принципы скрининга, диагностики, профилактики и подходы к лечению. Москва, 2013.

животной модели Derierre M. установил, что увеличение жесткости почечной паренхимы коррелирует с почечной дисфункцией [20]. Эти результаты расходятся с данными Ozkan F., который не нашел положительной корреляции между СКФ и жесткостью почечной паренхимы [21]. Возможным объяснением полученных нами результатов является висцеральное распределение жировой ткани, которая составляет приблизительно 10–20% и располагается в области сердца, суставов, печени, почек, в сальниках. Жировая ткань почек представлена околопочечной 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. В нарушении функции почек и повышении АД играет роль отложение жира вокруг почек [22, 23]. 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 [24, 25]. Сдавливание этих структур приводит к увеличению почечного гидростатического давления и активирует ренин-ангиотензин-альдостероновую систему, что, как известно, способствует развитию артериальной гипертензии (АГ). В свою очередь, АГ способствует нарушению функции почек, т.е. формируется порочный круг.

**Заключение.** С учетом полученных данных эластография сдвиговой волны является информативным неинвазивным методом оценки состояния почек у детей с артериальной гипертензией на фоне ожирения. Данный метод диагностики может использоваться в педиатрической практике как скрининговый метод (до проведения СМАД) для оценки риска развития АГ, степени АГ и адекватности проводимой гипотензивной терапии.

#### Литература:

1. Ивашкин В.Т., Драпкина О.М., Корнеева О.Н. Клинические варианты метаболического синдрома. М.:ООО «Издательство «медицинское информационное агентство»; 2012;216 с.
2. Корниенко Е.А., Нетребенко О.К. Ожирение и кишечная микробиота: современная концепция взаимосвязи. Педиатрия. 2012;91(2):110-122.
3. Павловская Е.В., Каганов Б.С., Строкова Т.В. Ожирение у детей и подростков: патогенетические механизмы, клинические проявления, принципы лечения. Международный журнал педиатрии, акушерства и гинекологии. 2013;3(2):67-79.
4. Нетребенко О.К. Ожирение у детей: истоки проблемы и поиски решений. Педиатрия. 2011;90(6):104-113.
5. Романцова Т.И. Эпидемия ожирения: очевидные и вероятные причины. Ожирение и метаболизм. 2011;1:5-19.
6. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/>
7. Тутельян В.А., Батулин А.К., Конь И.Я., Мартинчик А.Н., Углицких А.К., Коростелева М.М. и др. Распространенность ожирения и избыточной массы тела среди детского населения РФ: мультицентровое исследование. Педиатрия. 2014;93(5):28-31.
8. Аверьянов А.П., Болотова Н.В., Зотова С.А. Ожирение в детском возрасте. Лечащий врач. 2010;2:69-75.
9. Болотова Н.В., Лазебник С.В., Чичёва Г.В. Клинико-гормональные нарушения у девочек с ожирением и пути их коррекции. Педиатрия. 2009;88(5):63-68.
10. Бокова Т.А. Этиопатогенез метаболического синдрома у детей. Лечение и Профилактика 2011;(1):50-55.
11. Драпкина О.М., Корнеева О.Н., Ивашкин В.Т. Активация симпатической нервной системы при ожирении. Как повлиять на энергетический гомеостаз? Артериальная гипертензия. 2011;17(2):102-107.
12. Петеркова В.А., Васюкова О.В. К вопросу о новой классификации ожирения у детей. Проблемы эндокринологии 2015;(2):39-44.
13. Felizardo R.J.F., Silva M.B., Aguiar C.F., Camara N.O.S. Obesity in kidney disease: A heavyweight opponent // World Journal of Nephrology. 2014;3(3):50-63.
14. Johns B. R., Pao A. C., Kim S. H. Metabolic syndrome, insulin resistance and kidney function in non-diabetic individual // Nephrol. Dial. Transplant. 2012;27(4):1410–1415.
15. Garland J. S. Elevated body mass index as a risk factor for chronic kidney disease: current perspectives Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy 2014;7: 347–355. doi: 10.2147/DMSO.S46674
16. Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J., Bojunga J., Correas J.-M., Gilja O. H. et al. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 2: Clinical Applications Ultraschall. in Med. 2013; 34: 238–253 DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1335375>.
17. Борсуков А.В., Крюковский С.Б., Покусаева В.Н., Никифоровская Е.Н., Перегудов И.В., Морозова Т.Г. Эластография в клинической гепатологии

(частные вопросы). Смоленск: Смоленская городская типография; 2011;276с.

18. Warner L., Yin M., Glaser K. J., Woollard J. A., Carrasca C. A., Korsmo M. J. et al. Noninvasive in vivo assessment of renal tissue elasticity during graded renal ischemia using MR Elastography Invest Radiol. 2011; 46(8):509–514. doi:10.1097/RLI.0b013e3182183a95.

19. Asano K., Ogata A., Tanaka K., Ide Y., Sankoda A., Kawakita C. et al. Acoustic radiation force impulse elastography of the kidneys: is shear wave velocity affected by tissue fibrosis or renal blood flow? J. Ultrasound. Med. 2014; 33(5):793-801. doi: 10.7863/ultra.33.5.793.

20. Derieppe M., Delmas Y., Gennisson J.L., Deminière C., Placier S., Tanter M. et al. Detection of intrarenal microstructural changes with supersonic shear wave elastography in rats. Eur Radiol. 2012 Jan; 22(1):243-50. doi: 10.1007/s00330-011-2229-9.

21. Ozkan F., Yavuz Y.C., Inci M.F., Altunoluk B., Ozcan N., Yuksel M.E. et al. Interobserver variability of ultrasound elastography in transplant kidneys:

correlations with clinical-Doppler parameters. Ultrasound. Med. Biol. 2013; 39(1):4-9. doi: 10.1016/j.ultra.2012.09.013.

22. Foster M. C., Yang Q., Hwang S. J., Hoffmann U., Fox C. S. Heritability and genome-wide association analysis of renal sinus fat accumulation in the Framingham Heart Study. BMC. Med. Genet. 2011; 12:148 URL: <http://www.biomedcentral.com/1471-2350/12/148>

23. George S. M., Kalantarina K. The role of imaging in the management of cardiorenal syndrome. In. J. Nephrol. 2011.

24. URL:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3034942>.

25. 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; 19(12):869–874.

26. Reisin E., Jack A. V. Obesity and hypertension: mechanisms, cardio-renal consequences, and therapeutic approaches. Med. Clin. North Am. 2009; 93(3):733–751.

*Информация об авторах:*

*ГБОУ ВПО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, 214019, Смоленск, Россия, ул. Крупской 28*

*Борсуков Алексей Васильевич — д.м.н., профессор, директор ПНИЛ «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава России. 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. E-mail: smolenskbv@yandex.ru*

*Козлова Елена Юрьевна — аспирант кафедры детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава России. E-mail: keu83smol@rambler.ru*

*Зуй Владимир Сергеевич — к.м.н., доцент кафедры онкологии ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава России.*

*Для корреспонденции:*

*Козлова Елена Юрьевна — аспирант кафедры детских болезней лечебного и стоматологического факультетов ГБОУ ВПО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, 214019, Смоленск, Россия, ул. Крупской 28 E-mail: keu83smol@rambler.ru*