

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ ЯИЧНИКА. МЕТОДИКА, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ, ОГРАНИЧЕНИЯ

Солопова А.Е.¹, Терновой С.К.^{1,2}, Устюжанин Д.В.², Макацария А.Д.¹

Разработка протокола и изучение возможностей магнитно-резонансной спектроскопии в дифференциальной диагностике опухолей яичника.

Материалы и методы. С 2015 по 2016 гг. было включено в исследование 34 пациентки в возрасте от 32 до 75 лет (в среднем $56 \pm 7,6$) с 36 опухолями яичника, имеющими солидный компонент. Диагностический алгоритм включал клиническое обследование, УЗИ, анализ онкомаркеров (СА-125, СА-19,9), МРТ с динамическим внутривенным контрастированием и МР-спектроскопию. Исследование проводилось с использованием МР-томографа Philips Achieva 3T TX. Одновоксельная протонная МР-спектроскопия выполнена с помощью последовательности PRESS со следующими параметрами: TR 1500, TE 130, FOV мин $1,0 * 1,0 * 1,0$ мм³, размер вокселя 1-2 см, до и после внутривенного контрастирования. Были проанализированы спектральные характеристики солидного компонента опухолей: резонансные пики холина, N-ацетиласпартата (НАА), креатина, липидов (CH₂-CH₂ группы), вычислены отношения пиков холина к креатину, НАА к креатину и липидов к креатину, проведена сравнительная оценка вышеописанных параметров у доброкачественных и злокачественных опухолей яичника, проанализирована достоверность полученных различий, факторов, определяющих воспроизводимость методики, ограничений.

Результаты. Распределение выявленных опухолей яичника по гистологическому типу и степени злокачественности: 47,2% – доброкачественные опухоли (N=17), из них: фибромы – 22,2% (8), текомы – 8,3% (3), цистаденофибромы – 16,7% (6); 52,7% - злокачественные опухоли (N=19), из них: цистаденокарциномы – 33,3% (12), светлоклеточная аденокарцинома – 13,8% (5), опухоли стромы полового тяжа – 5,6% (2). При стадировании злокачественных опухолей яичника согласно FIGO, 3 (15,8%) классифицированы как I A, 6 (31,6%) классифицированы как II A, 4 (21%) – II C, 5 (26,3%) – III C, 1 (5,3%) – IV. Максимальный размер опухолей составил от 14,5 до 128 мм (среднее $62,5 \pm 19,6$ мм). Сравнительный анализ показал более высокую информативность МРС, выполненной после в/в контрастирования, благодаря, вероятно, более четкой визуализации солидного компонента опухоли и облегчению выделения максимального однородной зоны интереса. Повышение концентрации холина определялось во всех ЗНОЯ (100%) и в 12/14 доброкачественных опухолей (85,7%). Пик креатина отмечен в 13/15 злокачественных (86,7%) и 10/14 доброкачественных опухолях (71,4%) соответственно. Средние показатели соотношения холин/креатин составили 6.51 ± 0.78 в солидном компоненте доброкачественных опухолей по сравнению с $9.16 \pm 0,74$ в злокачественных опухолях яичников, при этом данные различия были статистически достоверными ($p = 0,001$).

Выводы. Спектральные характеристики доброкачественных и злокачественных опухолей яичников, имеющих солидный компонент, по результатам одновоксельной протонной МРС достоверно различаются. Согласно полученным результатам МР-спектроскопия обладает большей информативностью при проведении после контрастирования в связи с возможностью более качественного позиционирования вокселя. Соотношение размеров пиков холина к креатину является наиболее информативным спектральным параметром в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей яичников. Основные диагностические ограничения МР-спектроскопии отмечены, если размер вокселя превышал размеры солидного компонента в связи с захватом неоднородной части образования/окружающих тканей.

Ключевые слова: рак яичников, МРТ, МР-спектроскопия, опухоли яичников.

Контактный автор: Солопова А.Е., dr.solopova@mail.ru

Для цитирования: Солопова А.Е., Терновой С.К., Устюжанин Д.В., Макацария А.Д. Магнитно-резонансная спектроскопия в дифференциальной диагностике опухолей

1- ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).
2 - Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс». г. Москва, Россия.

Статья получена: 12.12.2016 Статья принята: 30.01.2017

MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF OVARIAN TUMORS: DIAGNOSTIC ABILITY AND LIMITATIONS.Solopova A.E.¹, Ternovoy S.K.^{1,2}, Ustuzhanin D.V.², Makatsaria A.D.¹

To prospectively evaluate the ability and limitations of single voxel proton MR-spectroscopy (MRS) in differential diagnosis of ovarian tumors.

Materials and methods. From 2015 to 2016 34 patients aged 32 to 75 years (mean 56±7,6) with 36 tumors of the ovary with a clear visualized solid component (SC) were included in the study. Diagnostic algorithm consisted of clinical examination, ultrasound, tumor markers analysis (CA-125, CA-19.9), MRI with dynamic contrast enhancement and MR-spectroscopy (Philips Achieva 3T TX MR-system). Single voxel proton MR-spectroscopy was performed using PRESS sequence with the following parameters: TR 1500, TE 130, voxel size 1-2 cm, before and after intravenous contrast enhancement (DCE). The spectral characteristics of the tumors solid component was analyzed: resonance peaks of choline, N-acetyl aspartate (NAA), creatine, lipids, and the choline-to creatine (Cho/Cr), NAA-to-creatine (NAA/Cr) and lipid-to-creatine (Lip/Cr) ratios were measured, the comparative evaluation of the above parameters in benign and malignant ovarian tumors were performed with respect to the significance of the obtained differences, the factors determining the reproducibility of the technique, limitations were analyzed.

Results. The distribution of identified ovarian tumors by histological type and malignancy grade: 47.2% of benign tumors (N=17): fibroma – 22,2% (8), tecoma – 8,3% (3), cystadenofibroma – 16,7% (6); 52,7% - malignant tumors (N=19): cystadenocarcinoma – 33,3% (12), clear cell adenocarcinoma – 13,8% (5), stromal sex cord tumor – 5,6% (2). Staging of malignant ovarian tumors was performed according to the FIGO classification: 3 (15,8%) classified as I A, 6 (31,6%) were classified as II A, 4 (21%) – II C, 5 (26,3%) – III C, 1(5,3%) –IV. The maximal size of the tumors ranged from 14.5 mm to 128 mm (average of 62.5±19.6 mm). Increasing concentration of choline (clear peak) was obtained in all (100%) malignant and 12/14 (85.7 %) of benign tumors. The creatine peak observed in 13/15 (86.7%) of malignant and in 10/14 (71,4%) benign tumors, respectively.

MRS comparative analysis showed better results while performed after DCE as the tumor size could be easily evaluated. The mean Cho/Cr ratio was 6.51 ± 0.78 in SCs of benign versus 9.16 ± 0.74 in SCs of malignant tumors, with significant difference (p = 0.001). There were no statistically significant differences between benign and malignant tumors in the NAA/Cr (p = 0.42) and Lip/Cr ratios (p = 0.16).

Conclusion. The Cho/Cr ratio is the most informative spectral parameter in differential diagnosis of benign and malignant ovarian tumors. MRS showed better results while performed after DCE because of better voxel positioning.

Keywords: ovarian cancer, MR-spectroscopy, MRI, ovarian tumors.

Corresponding author: Solopova A.E., dr.solopova@mail.ru

For citation: Solopova A.E., Ternovoy S.K., Ustuzhanin D.V., Makatsaria A.D. Magnetic resonance spectroscopy in differential diagnosis of ovarian tumors: diagnostic ability and limitations. REJR. 2017; 7 (1):84-93. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-84-93.

Received: 12.12.2016

Accepted: 30.01.2017

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.

2 - A.L. Myasnikov Russian cardiology Research Center. Moscow, Russia.

Злокачественные опухоли яичников (ЗНО) занимают 7-е место (5%) в онкологической заболеваемости женского населения России, находятся на пятом месте среди причин женской смертности от онкологии и на первом среди злокачественных образований органов малого таза [1]. Вместе с тем, образования яичника являются наиболее часто выявляемой патологией женского таза и в подавляющем большинстве наблюдений (85-92%) носят физиологический или доброкачественный характер [1, 2].

Дифференциальная диагностика опухолей яичника является определяющим звеном в выборе адекватной тактики ведения пациенток [2, 3, 5]. Несмотря на многолетний опыт использования МРТ в диагностике патологических состояний органов малого таза, как за рубежом, так и в России, не существует единой концепции стандартов ее проведения [3, 4]. Наиболее значительные сложности возникают при обнаружении сложных по структуре образований с наличием/преобладанием солидного компонента в виду значительной гистологической гетерогенности этой группы опухолей.

В связи с активным внедрением в практику таких современных методик, как одновоксельная протонная МР-спектроскопия (МРС), появились новые возможности, дающие не только представление о структуре опухоли, но и о метаболической активности опухоли [6 - 8]. Возможность спектрального анализа опухоли открывают кардинально новые направления, как первичной дифференциальной диагностики образований яичника, так и мониторинга злокачественных опухолей, позволяющие определять изменения, происходящие под воздействием специфического лечения *in vivo*.

Одновоксельная протонная магнитно-резонансная спектроскопия (1H-МРС) – неинвазивный метод исследования метаболизма опухолей *in vivo*, который продемонстрировал свою эффективность и в настоящее время все шире используется для дифференциальной диагностики и контроля эффективности лечения опухолей различных локализаций, в том числе головного мозга, молочной и предстательной желез [8 - 10].

Вместе с тем, исследования возможностей методики в дифференциальной диагностике опухолей яичников крайне ограничены, результаты противоречивы, что обусловлено с одной стороны гистологическим разнообразием опухолей, с другой – ограниченным использованием спектроскопии в клинической практике, в доступной российской литературе публикации отсутствуют [6 - 9]. Исходя из вышесказанного, представляет научный и практический интерес оптимизация протокола исследования, требуют

углубленного изучения ограничения данного метода визуализации.

Цель исследования.

Разработка протокола и изучение диагностических возможностей магнитно-резонансной спектроскопии в дифференциальной диагностике опухолей яичника.

Материалы и методы исследования.

С октября 2015 г. по май 2016 г. комплексное диагностическое обследование проведено у 34 пациенток с 36 содержащими солидный компонент/преимущественно солидными/солидными опухолями яичника. Критерием исключения из исследования являлась принадлежность опухоли к гистологической группе тератом согласно результатам гистологического исследования – для унификации спектральных характеристик, поскольку проминентный пик липидов может существенно влиять на средние показатели в группе в целом; кроме того, диагностика опухолей данной группы, как правило, не представляет сложностей при использовании стандартной МРТ.

Возраст пациенток варьировал в пределах 32 - 75 лет (средний возраст $56 \pm 7,6$ лет), 58,3% (21 пациенток) находились в менопаузе.

Комплексное обследование включало контрольное УЗИ с доплерографией, анализ онкомаркеров сыворотки крови (СА-125, СА-19-9, РЭА), МРТ органов малого таза с целью уточнения структуры образования яичника, при необходимости – распространенности опухолевого процесса перед оперативным лечением. Всем пациенткам после проведения МРТ в рамках предоперационной диагностики были выполнены эндоскопические или полостные оперативные вмешательства. Результаты УЗИ, МРТ во всех наблюдениях сопоставляли с гистологическим исследованием послеоперационного материала.

Магнитно-резонансную томографию проводили на высокопольном МР-томографе Philips Achieva 3T TX с напряженностью магнитного поля 3 Т. Для исследования органов малого таза использовалась гибкая 32-канальная катушка для тела.

Протокол МР-исследования был составлен таким образом, чтобы при минимальных временных затратах получать максимальную диагностическую информацию о структуре и при необходимости оценку распространенности опухоли яичников.

Протокол исследования включал:

1) T2-ВИ TSE в сагиттальной плоскости между головками бедренных костей, в аксиальной плоскости от ворот почек до лобкового симфиза, при необходимости в корональной плоскости. При наличии преимущественно солидного образования необходимо дополнение

изображениями вдоль оси тела матки для оценки взаимосвязи с образованием (дифференциальная диагностика лейомиомы матки и фибромы яичника).

2) T1-ВИ GE в аксиальной и сагиттальной плоскости.

3) Дополнительно для опухолей с высокой интенсивностью сигнала (ИС) на T1-ВИ, T1-ВИ GE с подавлением сигнала от жира (FatSat) – для дифференциальной диагностики жирового компонента, муцинозного компонента, реже меланина в других опухолях.

4) DWI с b-факторами 0,1000 м/мм² с оценкой значения коэффициента диффузии (ADC – apparant diffusion coefficient) и построением карт диффузии.

5) Динамические T1-ВИ (Dynamic 3D FatSat) для опухолей с признаками злокачественности на нативных изображениях (наличие вегетаций, солидного компонента). Контрастный препарат (КП) из расчета 0,1 ммоль/кг вводится с помощью автоматического инжектора со скоростью 2 мл/сек (20 мл физиологического раствора) с последующей пост-процессинговой обработкой – построением перфузионных карт, кривых накопления КП, количественной оценкой кривых.

6) Одновоксельная протонная МР-спектроскопия (рис. 1, 2).

Проведение динамической МРТ (условно) состояло из трех сегментов: первый – нативное исследование; второй – динамическое исследование до и после внутривенного введения контраста (Gd-DTPA) из расчета 0,1 ммоль/кг; третий – МР-спектроскопия (фактически выполнялась 2 раза – до и после второго этапа для сравнительной оценки влияния КП на результаты и

информативность МРС).

Методика выполнения МР-спектроскопии.

На серии нативных T2-взвешенных изображений в сагиттальной/корональной/аксиальной плоскости (в зависимости от формы и размеров, а также локализации опухоли) и постконтрастных аксиальных T1-взвешенных изображений с подавлением сигнала от жира выделяют срез с наилучшей визуализацией солидного компонента образования, который является основным ориентиром для последующего позиционирования вокселя (рис. 1 а – в). Получение качественных спектров, адекватных для анализа, было возможно при размерах вокселя не менее 10 мм в однородной части солидного компонента опухоли.

МР-спектроскопию выполняли с использованием методики точечной локализации PRESS (point-resolved spectroscopy sequence), используя усовершенствованный протокол исследования:

PRESS (с шиммированием и методики выборочного химического сдвига CHESS (hemical shift selective)) по следующим параметрам TR: 1500, TE: 135, размеры вокселя от 10 мм³ (табл. № 1), выбирая зону в структуре солидного компонента опухоли с максимальной однородностью сигнала, с «захватом» максимального объема солидного компонента опухоли, минимизируя содержание окружающей стромы яичника, параовариальной или параметральной клетчатки.

Для оценки метаболических пиков проводили реконструирование спектра с использованием программного обеспечения производителя (Philips, Нидерланды). На основе полученной

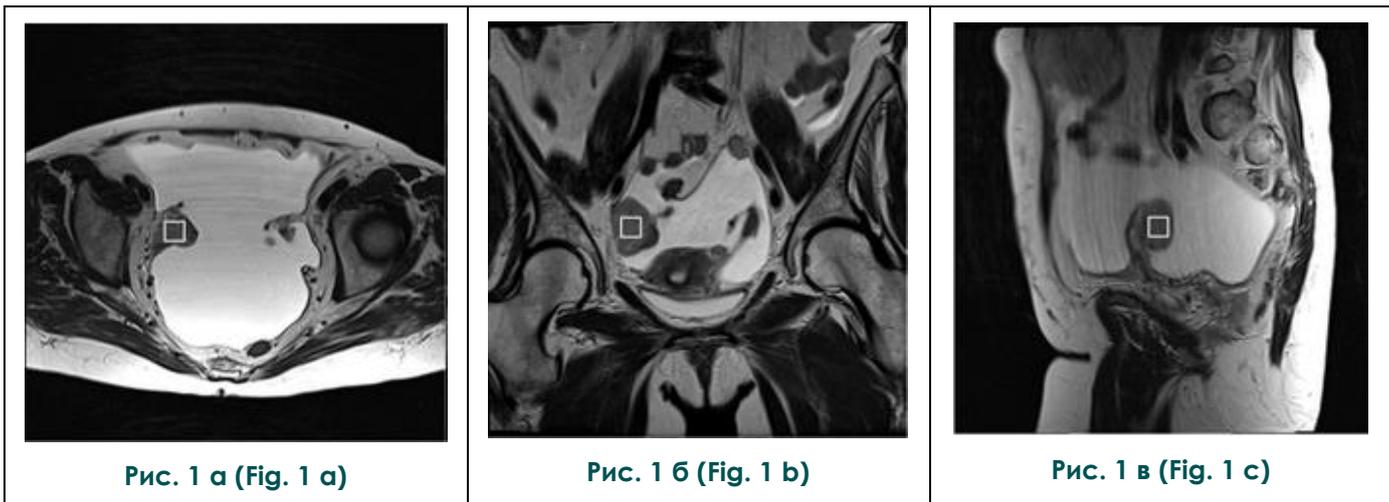


Рис. 1. МРТ малого таза. T2-ВИ в а - аксиальной, б - корональной, в - сагиттальной плоскостях.

Пациентка Х., 51 г., серозная аденокарцинома правого яичника. Пример позиционирования вокселя (квадрат).

Fig. 1. Pelvic MRI. T2-weighted images in a - axial , b - coronal and c - sagittal planes.

Patient Kh., 51 y.o. with serous adenocarcinoma of the right ovary. An example of voxel positioning (square).

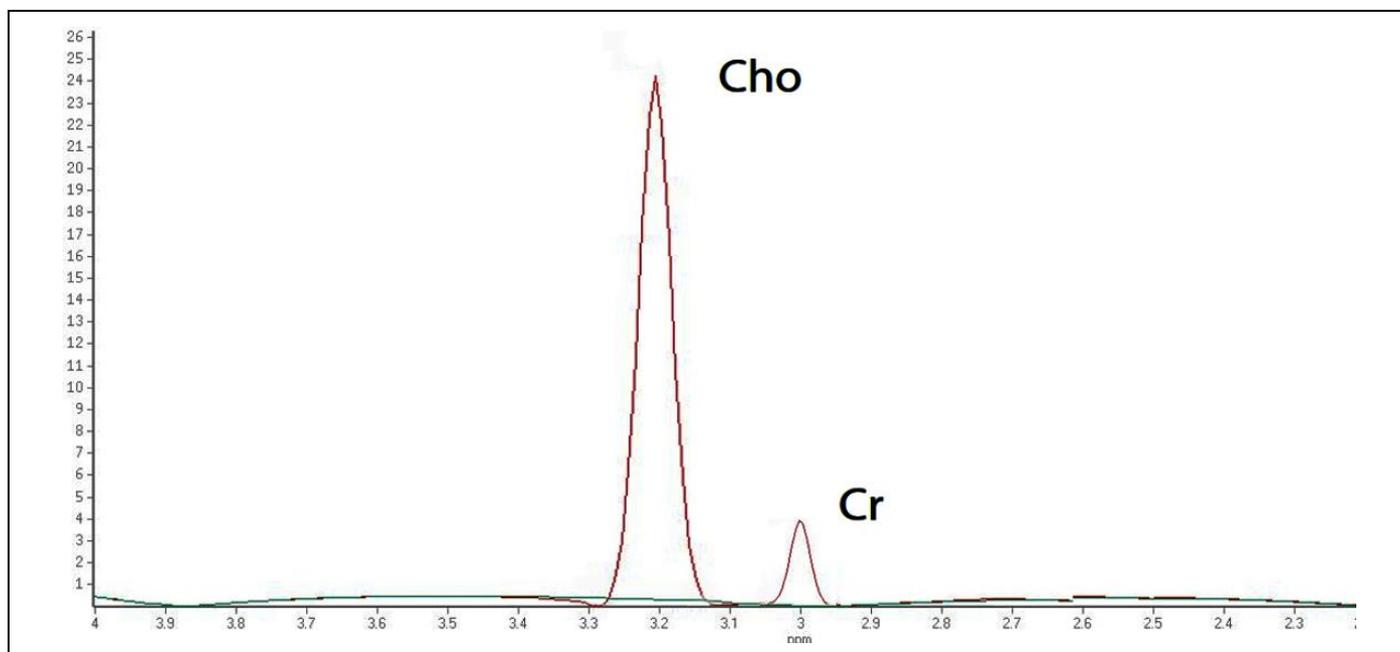


Рис. 2. МР-спектроскопия.

Графическое изображение метаболического спектра, полученного при анализе солидного компонента опухоли, представленной на рис. 1. Определяются четкие пики холина (3,23 ppm, обозначен Cho), креатина (3,04 ppm, обозначен Cr).

Fig. 2. MR-spectroscopy.

A graphical depiction of the metabolic spectrum, obtained by analysis of the tumor solid component represented in fig.1. Identify clear peaks of choline (3.23 ppm, marked with Cho), creatine (3.04 ppm, marked with Cr).

Таблица № 1. Протокол одновоксельной протонной МР-спектроскопии, использованной в исследовании.

Последовательность, взвешенность и ось сканирования	TR	TE	MTX	STh (мм)	GAP
PRESS	1500	135	256x256	10	0

реконструкции оценивали качество спектра – на первичном необработанном спектре оценивали амплитуды метаболических пиков, считали их приемлемыми, если амплитуда пиков в 3 и более раз выше базового пикового шума.

После оценки качества полученного спектра проводили полуколичественный спектральный анализ: измерения сигнала с последующим расчетом площади под кривой от лактата (1,31 ppm), липидов (1,33 ppm), НАА (2,02 ppm), креатина (3,04 ppm), холин-содержащих веществ (3,23 ppm) и других важных метаболитов. Затем были рассчитаны соотношения площадей под кривыми пиков холина к креатину, НАА к креатину и лактата к креатину для каждого вокселя с использованием стабильного пика креатина в качестве референсного значения.

Результаты исследования и их обсуждение.

Во всех наблюдениях результаты МРТ были сопоставлены с данными послеоперационного гистологического исследования. Средний возраст больных доброкачественными опухолями яичника составил 41,8±12,8 лет, злокаче-

ственными новообразованиями – 56,2±9,5 лет.

Анализ уровней СА-125 показал, что в группе больных с ЗНО яичника он был достоверно выше, чем у пациенток с доброкачественными опухолями – 315,4±118,4 и 42,8±28,1 соответственно.

Распределение выявленных опухолей яичника по гистологическому типу и степени злокачественности: 47,2% – доброкачественные опухоли (N=17), из них: фибромы – 22,2% (8), текомы – 8,3% (3), цистаденофибромы – 16,7% (6); 52,7% - злокачественные опухоли (N=19), из них: цистаденокарциномы – 33,3% (12), светлоклеточная аденокарцинома – 13,8% (5), опухоли стромы полового тяжа – 5,6% (2).

При стадировании злокачественных опухолей яичника согласно FIGO (табл. №2), 3 (15,8%) классифицированы как I A, 6 (31,6%) классифицированы как II A, 4 (21%) – II C, 5 (26,3%) – III C, 1(5,3%) – IV.

Средняя длительность исследования составила 35 минут.

Оценка информативности исследования проводилась в соответствии с анализом этапов,

Таблица № 2. Группировка больных ЗНО в соответствии со стадией TNM и FIGO.

<i>TNM</i>	<i>FIGO</i>	Количество больных n (%)
<i>T1a</i>	<i>IA</i>	3 (15,8%)
<i>T2a</i>	<i>IIA</i>	6 (31,6%)
<i>T2c</i>	<i>IIC</i>	4 (21%)
<i>T3c (N1)</i>	<i>IIIC</i>	5 (26,3%)
<i>T2C N2 M1</i>	<i>IV</i>	1(5,3%)
ВСЕГО:		19 (100%)

Таблица № 3. МР-характеристика выявленных опухолей.

МР-признак	Злокачественные опухоли (n=19)	Доброкачественные опухоли (n=17)	p
Максимальный размер образования (мм)*	79,35±3,86	54,85±1,69	0,09
Характеристики структуры образования:			0,001
- солидная;	5 (26,3%)	11 (64,7%)	
- смешанная	14 (73,6%)	6 (35,3%)	
Контуры образования:			0,002
- четкие, ровные	4 (21%)	13 (76,5%)	
- нечеткие, неровные	15 (78,9%)	4 (23,5%)	
Наличие асцита	8 (42,1%)	-	0,025
Наличие перитонеальных имплантов	6 (31,6%)	-	0,03
Наличие лимфаденопатии	4 (21%)	-	0,058

* наибольшее измерение по длинной оси образования

описанных выше. При использовании нативно-го исследования, перфузионных и диффузионных последовательностей (табл. №3).

Протонная МР-спектроскопия была выполнена до и после проведения внутривенного динамического контрастирования. Согласно результатам исследования, количество ошибочных (ложноотрицательных (ЛО) и ложноположительных (ЛП)) результатов во второй группе исследований было ниже (ЛО: 2 и 3 соответственно; ЛП: 1 и 2 соответственно), при этом основные характеристики спектра существенно не отличались, что свидетельствовало об отсутствии значимого влияния введения КП на характеристики метаболитов при облегчении оптимального позиционирования вокселя в наиболее однородную зону солидного компонента опухоли.

Повышение концентрации холина (четкий пик) в ЗНОЯ были получены во всех (100%) и в 12/14 доброкачественных опухолях (85,7%). Четкий пик креатина отмечен в 13/15 злокачественных (86,7%) и 10/14 доброкачественных опухолях (71,4%) соответственно (рис. 3 а – г).

Средние показатели соотношения холин/креатин были 6,51 ± 0,78 в солидном ком-

поненте доброкачественных опухолей по сравнению с 9,16 ± 0,74 в злокачественных опухолях яичников, при этом данные различия были статистически достоверными (p = 0,001) (рис. 4 а – г).

Результаты проведенного нами исследования согласуются с работой Ма и соавт. (2015 г.), в которой оценивали спектры, полученные при анализе изолированно солидных опухолей, были проанализированы пики холина, N-ацетиласпартата, лактата и жира, а также их соотношения; и Stanwell и соавт. (2008 г.), продемонстрировав более высокие показатели отношения холин/креатин у злокачественных образований яичников [10]. Согласно представленным в работе результатам, интегральный коэффициент холин/креатин в ЗНО яичника больше 3,09, в то время как в доброкачественных опухолях пик либо отсутствует, либо интегральный коэффициент холин/креатин меньше 1,15. Lee и соавт. (2009 г.) обнаружили, что использование в качестве критерия порогового значения соотношения холин/креатин равного 2 позволяет с точностью дифференцировать доброкачественные и злокачественные опухоли яичников [6]. Более низкие показатели в двух

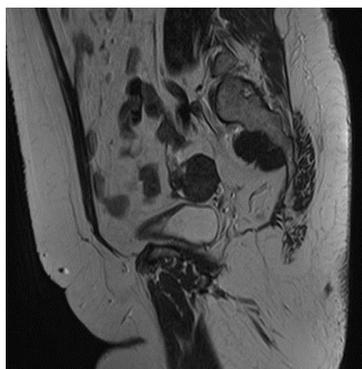


Рис. 3 а (Fig. 3 a)

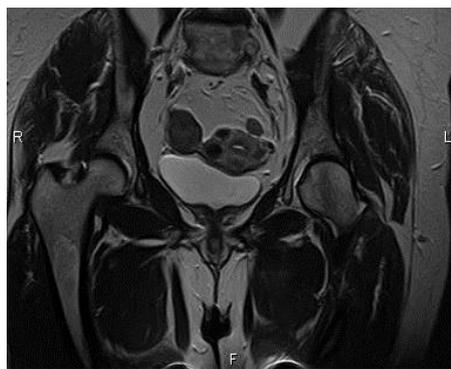


Рис. 3 б (Fig. 3 b)



Рис. 3 в (Fig. 3 с)

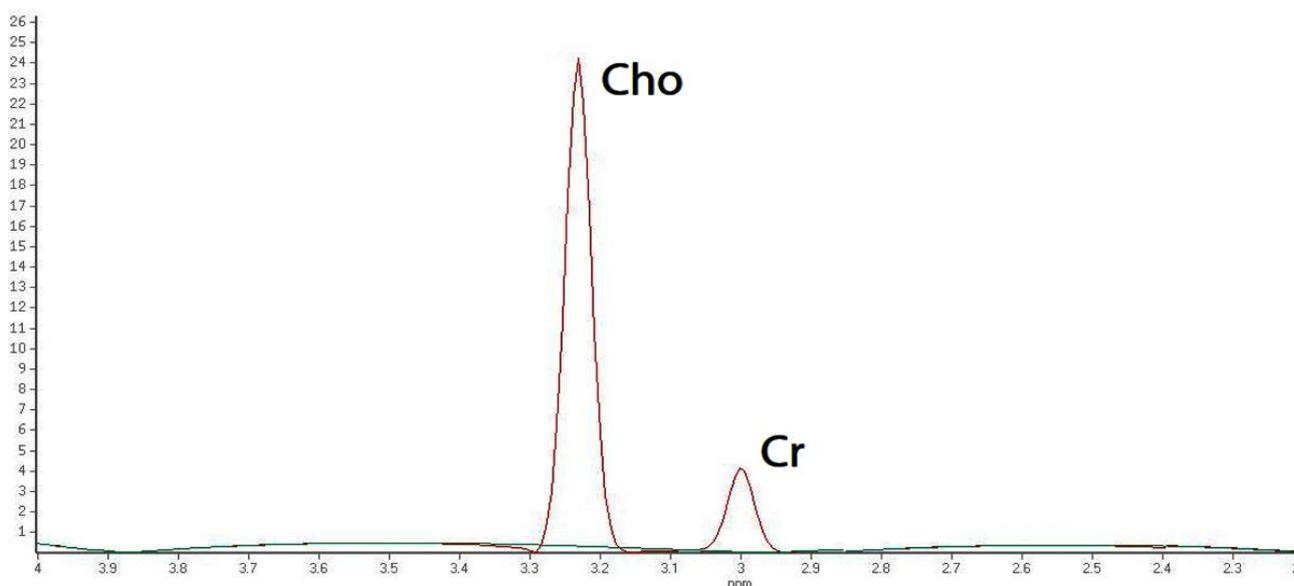


Рис. 3 г (Fig. 3 d)

Рис. 3. МРТ малого таза.

Пациентка X., 54 года. Фиброма правого яичника.

а - T2-ВИ в сагиттальной плоскости.

б - T2-ВИ в корональной плоскости.

в - Постконтрастное T1-ВИ с подавлением сигнала от жира в аксиальной проекции.

г - МР-спектроскопия. Cho – пик холина, Cr – пик креатина. Отношение Cho/Cr равно 5,7.

Fig. 3. Pelvic MRI.

54-year-old patient with right ovarian fibrothecoma.

a - Coronal T2-weighted image shows isointense solid mass.

b - Sagittal T2-weighted image shows isointense solid mass.

c - Postcontrast axial T1-FS with intermediate tumor enhancement.

d - MR-spectroscopy shows clear prominent choline and creatine peaks with choline-to-creatinine ratio of 5,7.

вышеуказанных работах, вероятно, связаны с включением части кистозного компонента при позиционировании вокселя.

Резонансные пики НАА в 80,6% опухолей (13 доброкачественных, 16 злокачественных), липидные пики определялись в 47,6% наблюде-

ний (6 доброкачественных, 9 злокачественных), четкий пик лактата визуализировался только в 1 наблюдении (2,8%).

Статистически значимых различий в площадях под кривой пиков НАА, а также по соотношениям НАА/креатин ($p = 0,42$) в исследова-

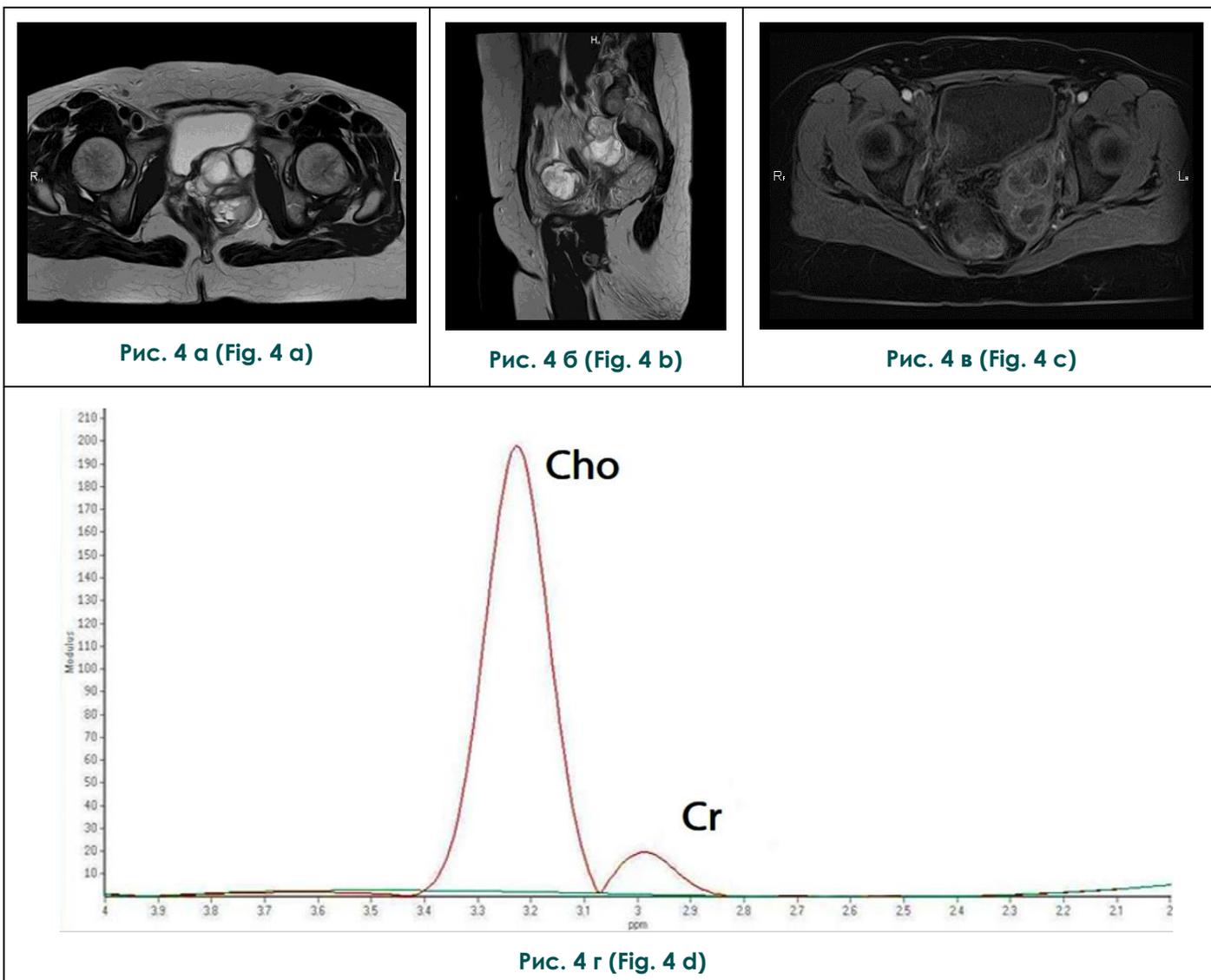


Рис. 4. МРТ малого таза.

Пациентка М., 61 год. Эндометриоидная карцинома правого яичника.

а - T2-ВИ в аксиальной плоскости.

б - T2-ВИ в сагиттальной плоскости.

в - Постконтрастное T1-ВИ с подавлением сигнала от жира в аксиальной проекции.

г - МР-спектроскопия. Cho – пик холина, Cr – пик креатина. Отношение Cho/Cr равно 11,8.

Fig. 4. Pelvic MRI.

61-year-old patient with right ovarian endometrioid carcinoma.

a - Sagittal T2-weighted image shows isointense solid mass.

b - Axial T2-weighted image shows isointense solid mass.

c - Postcontrast axial T1-FS with irregular marked solid tumor component enhancement.

d - MR-spectroscopy shows extremely prominent choline peak, creatine peak with choline-to-creatinine ratio of 11,8.

нии получено не было. Полученные данные коррелируют с результатами исследований Ма и соавт. (2015) и Stanwell и соавт. (2008), в которых при наличии незначительных вариаций в

площадах под кривой статистически значимых различий выявлено не было [6, 10].

По результатам работы Cho и соавт. (2002) в злокачественных опухолях яичников и добро-

качественных тератомах на 1,3 ppm выявлен проминентный липидный пик, отсутствующий у доброкачественных эпителиальных опухолей; в нашем исследовании было принято решение об исключении доброкачественных опухолей герминогенной природы (тератом) из оценки, ввиду наличия жира в структуре опухоли и возможного влияния на средние показатели в подгруппе, с учетом широких возможностей проведения дифференциальной диагностики данного гистологического типа при нативном исследовании с использованием режимов жироподавления (FatSat) [7, 11-13].

В исследовании Takeuchi и соав. (2012) были получены данные о 100% чувствительности и 92% специфичности липидных пиков в диагностике фибром и фибропектом яичника [8]. Мы не получили достоверных различий размеров липидных пиков в доброкачественных опухолях и ЗНО яичника. Средние показатели соотношения липидного пика/креатину, по нашим результатам, составили $8,35 \pm 2,6$ и $7,2 \pm 1,5$ в злокачественных и доброкачественных опухолях соответственно, при этом разница не является статистически значимой (липидный пик/креатин ($p = 0.16$)).

Использование МРС в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей яичников с применением соотношения холин/креатин по результатам анализа ROC-кривых показал уровень отсечки в 7,95 (площадь под кривой 0,976 с показателями чувствительности МРТ до 91,3%, специфичность – 95,7%, точность – 92,9% соответственно).

Основными ограничениями использова-

ния методики являются сложности позиционирования вокселя в условиях необходимости соблюдения минимального его размера не менее 1 см. При этом для получения информативного спектра с незначительным количеством «шума» необходимо выделять максимально однородную зону, что при небольших размерах опухолей представляет значительные сложности.

Выводы.

1. Согласно полученным данным, спектральные характеристики доброкачественных и злокачественных опухолей яичников, имеющих солидный компонент, по результатам одновоксельной протонной МРС достоверно различаются. Соотношение размеров пиков холина к креатину является наиболее информативным спектральным параметром в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей яичников.

2. Согласно полученным результатам, МР-спектроскопия обладает большей информативностью при проведении после введение контрастного вещества в связи с возможностью более качественного позиционирования вокселя.

3. Основные диагностические ограничения МР-спектроскопии отмечены, если размер вокселя превышал размеры солидного компонента в связи с захватом неоднородной части образования/окружающих тканей.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2013г (заболеваемость и смертность). М., МНИОИ им. П.А. Герцена. 2015. 250 с.
- Солопова А.Е., Чащин А.А., Солопова А.Г., Макацария А.Д. Эпителиальный рак яичников. Клиническая лекция. Акушерство, гинекология и репродукция. 2016; 10 (3): 52-64.
- Forstner R., Thomassin-Naggara I., Cunha T.M., Kinkel K., Masselli G., Kubik-Huch R., Spencer J.A., Rockall A. ESUR recommendations for MR imaging of the sonographically indeterminate adnexal mass: an update. *Eur Radiol* (2016). doi: 10.1007/s00330-016-4600-3.
- Солопова А.Е., Терновой С.К., Макацария А.Д., Гуров С.Н. Возможности диффузионно-взвешенных последовательностей магнитно-резонансного исследования в оценке эффективности неoadъювантной химиотерапии больных раком яичников. *REJR*. 2016; 6 (4): 68-80. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-68-80.
- Alt C.D., Brocker K.A., Eichbaum M., Sohn C., Arnegger F.U., Kauczor H.U., Hallscheidt P. Imaging of female pelvic malignancies regarding MRI, CT, and PET/CT: Part 2. *Strahlenther Onkol*. 2011; 187 (11): 705-14.
- Ma F.H., Qiang J.W., Cai S.Q., Zhao S.H., Zhang G.F., Rao Y.M. MR Spectroscopy for Differentiating Benign From Malignant Solid Adnexal Tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 2015; 204 (6): W724-30. doi: 10.2214/AJR.14.13391. PubMed PMID: 26001263.
- Cho S.W., Cho S.G., Lee J.H. et al. In-vivo proton magnetic resonance spectroscopy in adnexal lesions. *Korean J Radiol*. 2002; 3: 105-112.
- Takeuchi M., Matsuzaki K., Harada M. Preliminary observations and diagnostic value of lipid peak in ovarian thecomas/fibrothecomas using in vivo proton MR spectroscopy at 3T. *J Magn Reson Imaging*. 2012; 36: 907-911.
- Kolwijck E., Engelke U.F., van der Graaf M., et al. N-acetyl resonances in in vivo and in vitro NMR spectroscopy of cystic ovarian tumors. *NMR Biomed* 2009; 22: 1093-1099.
- Stanwell P., Russell P., Carter J, Pather S., Heintze S., Mountford C. Evaluation of ovarian tumors by proton magnetic resonance spectroscopy at three Tesla. *Invest Radiol*. 2008; 43: 745-751.
- Bell D.J., Pannu H.K. Radiological assessment of gynecolog-

ic malignancies. *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2011; 38 (1): 45-68.

12. Forstner R., Sala E., Kinkel K., Spencer J.A. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010;

20 (12): 2773-80.

13. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010; 20 (12): 2773-80.

References:

1. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Malignant tumors in Russia in 2013 (morbidity and mortality).* M., P.Herzen Moscow Oncology Research Institute, 2015. 250 p. (in Russian).

2. Solopova A.E., Chashchin A. A., Solopova A. G., Makatsariya A.D. *Epithelial ovarian cancer. Clinical lecture. Obstetrics, gynaecology and reproductology.* 2016; 10 (3): 52-64 (in Russian).

3. Forstner R., Thomassin-Naggara I., Cunha T.M., Kinkel K., Masselli G., Kubik-Huch R., Spencer J.A., Rockall A. *ESUR recommendations for MR imaging of the sonographically indeterminate adnexal mass: an update.* *Eur Radiol* (2016). doi: 10.1007/s00330-016-4600-3.

4. Solopova A.E., Ternovoy S.K., Makatsariya A. D., Gurov S.N. *Diffusion weighted magnetic resonance imaging in ovarian cancer neoadjuvant chemotherapy response evaluation.* *REJR.* 2016; 6 (4): 68-80. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-68-80 (in Russian).

5. Alt C.D., Brocker K.A., Eichbaum M., Sohn C., Arnegger F.U., Kauczor H.U., Hallscheidt P. *Imaging of female pelvic malignancies regarding MRI, CT, and PET/CT: Part 2.* *Strahlenther Onkol.* 2011; 187 (11): 705-14.

6. Ma F.H., Qiang J.W., Cai S.Q., Zhao S.H., Zhang G.F., Rao Y.M. *MR Spectroscopy for Differentiating Benign From Malignant Solid Adnexal Tumors.* *AJR Am J Roentgenol.* 2015; 204 (6): W724-30. doi: 10.2214/AJR.14.13391. PubMed PMID:

26001263.

7. Cho S.W., Cho S.G., Lee J.H. et al. *In-vivo proton magnetic resonance spectroscopy in adnexal lesions.* *Korean J Radiol.* 2002; 3: 105-112.

8. Takeuchi M., Matsuzaki K., Harada M. *Preliminary observations and diagnostic value of lipid peak in ovarian thecomas/fibrothecomas using in vivo proton MR spectroscopy at 3T.* *J Magn Reson Imaging.* 2012; 36: 907-911.

9. Kolwijck E., Engelke U.F., van der Graaf M., et al. *N-acetyl resonances in in vivo and in vitro NMRspectroscopy of cystic ovarian tumors.* *NMRBiomed* 2009; 22: 1093-1099.

10. Stanwell P., Russell P., Carter J, Pather S., Heintze S., Mountford C. *Evaluation of ovarian tumors by proton magnetic resonance spectroscopy at three Tesla.* *Invest Radiol.* 2008; 43: 745-751.

11. Bell D.J., Pannu H.K. *Radiological assessment of gynecologic malignancies.* *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2011; 38 (1): 45-68.

12. Forstner R., Sala E., Kinkel K., Spencer J.A. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010; 20 (12): 2773-80.

13. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010; 20 (12): 2773-80.