

Роль МРТ диффузионно-взвешенного исследования и МР-исследования с динамическим контрастным усилением в корреляции с системой Adnexa MR scoring system в диагностике опухолей яичников

Олимов Б.П.^{1, *}, Коссов Ф.А.¹, Стрельцова О.Н.², Панов В.О.^{1, 2}, Паниченко И.В.², Буйденко Ю.В.², Тюрин И.Е.^{1, 2}

¹ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России,

ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1, Москва, 125993, Российская Федерация

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Каширское ш., 23, Москва, 115478, Российская Федерация

Резюме

Проанализированы данные зарубежных и отечественных исследований, опубликованных за последние 10 лет, посвященных основным методам и подходам лучевой диагностики объемных образований яичников, как на основе ультразвукового исследования с цветовым доплеровским картированием, так и использования комплексных подходов магнитно-резонансной томографии (МРТ) в комбинации рутинной МРТ, диффузионно-взвешенных исследований и динамической МРТ с контрастным усилением. Показано, что только комплексное внедрение вышеуказанных методов лучевой диагностики позволяет достичь необходимой чувствительности и специфичности диагностики опухолей яичников. Рассмотрена система оценки с использованием индекса риска злокачественности опухолей яичников с учетом менопаузального статуса, онкомаркера СА-125 и данных УЗИ. Представлена Adnexa MR scoring system, основанная на системе BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System), со схемами подсчета и анализа риска злокачественности опухолей яичников с учетом определенных МР-критериев.

Ключевые слова: объемные образования яичников; магнитно-резонансная томография; диффузионно-взвешенные изображения; динамическая магнитно-резонансная томография с контрастным усилением; индекс риска злокачественности; Adnexa MR scoring system.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Олимов Б.П., Коссов Ф.А., Стрельцова О.Н., Панов В.О., Паниченко И.В., Буйденко Ю.В., Тюрин И.Е. Роль МРТ диффузионно-взвешенного исследования и МР-исследования с динамическим контрастным усилением в корреляции с системой Adnexa MR scoring system в диагностике опухолей яичников. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 116–24. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-116-124>

Статья поступила 04.10.2018 После доработки 01.11.2018 Принята к печати 15.11.2018

The Role of Diffusion-weighted MRI and Follow-up Contrast-enhanced MRI in Correlation with the Adnexa MR Scoring System in the Diagnosis of Uterine Appendage Tumors

Bekhruz P. Olimov^{1, *}, Philipp A. Kossov¹, Olga N. Strel'tsova², Vadim O. Panov^{1, 2}, Igor' V. Panichenko², Yuriy V. Buydenok², Igor' E. Tyurin^{1, 2}

¹ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Barrikadnaya, 2/1, stroenie 1, Moscow, 125993, Russian Federation

² N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation, Kashirskoe shosse, 23, Moscow, 115478, Russian Federation

Abstract

The paper analyzes the data available in the foreign and Russian literature over the past 10 years on main radiodiagnostic techniques and approaches in case of ovarian space-occupying lesions, by using both ultrasonic color Doppler mapping and complex MRI approaches in combination with routine MRI, diffusion-

weighted MRI studies, and follow-up contrast-enhanced MRI. It shows that only the comprehensive introduction of the above radiodiagnostic techniques can achieve the necessary sensitivity and specificity of diagnosis of ovarian tumors. The system for assessing the risk index for ovarian tumor malignancy is discussed, by taking into account the menopausal status, the tumor marker CA-125, and ultrasonographic findings. The paper presents the Adnexa MR scoring system based on the breast imaging-reporting and data system (BI-RADS) that gives schemes for calculating and analyzing the risk of ovarian tumor malignancy in terms of certain MR criteria.

Keywords: ovarian tumors; magnetic resonance imaging; diffusion weighted images; dynamic contrast enhancement; index risk of malignant; Adnexa MR scoring system.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

For citation: Olimov B.P., Kossov F.A., Strel'tsova O.N., Panov V.O., Panichenko I.V., Buydenok Yu.V., Tuyrin I.E. The role of diffusion-weighted MRI and follow-up contrast-enhanced MRI in correlation with the Adnexa MR scoring system in the diagnosis of uterine appendage tumors. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 116–24 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-2-116-124>

Received 04.10.2018 Revised 01.11.2018 Accepted 15.11.2018

Злокачественные опухоли яичников (ЗОЯ) занимают 7-е место по частоте встречаемости и 8-е – среди причин смертности в структуре онкологической заболеваемости женщин. Ежегодно в мире регистрируется 239 тыс. новых случаев и 152 тыс. летальных исходов от ЗОЯ, так как на ранней стадии их выявляют лишь в 25% случаев из-за отсутствия надежных специфических диагностических тестов [1]. В результате пациенток с якобы «простыми кистами» яичников, опухолями малого таза неясных генеза и локализации или даже «миомами матки» длительно наблюдают [2]. Верификация рака яичников (РЯ) – отдельная проблема, так как биопсия образований яичников (ОЯ) запрещена из-за высокого риска диссеминации. Частота диагностических ошибок до операции для ЗОЯ составляет 25–51%, и на 1-е место в дооперационной дифференциальной диагностике ЗОЯ и доброкачественных ОЯ (ДОЯ) выходят лучевые методы [3]. Для выявления большинства ОЯ вполне достаточно ультразвукового исследования (УЗИ) [4]. УЗИ с цветовым доплеровским картированием (ЦДК) является необходимым этапом диагностики ОЯ. УЗИ с ЦДК надежно выявляет неангиогенез в ОЯ, а в диагностике отдельных вариантов ОЯ метод достигает чувствительности 84% и специфичности – 82%. Бессимптомные анэхогенные ОЯ размером, по данным УЗИ, менее 5 см – в пременопаузе и менее 1 см – в постменопаузе имеют низкий риск злокачественности, и дальнейшее наблюдение таких пациенток не требуется [5].

Индекс риска малигнизации (ИРМ) ЗОЯ рассчитывают на основе менопаузального статуса («М», балл) по онкомаркеру СА-125 сыворотки крови и признакам злокачественности по данным УЗИ («У», балл) (табл. 1). ИРМ более 200 указывает на высокий риск наличия ЗОЯ, и таких пациенток необходимо направлять в специализированные учреждения для стадирования и оценки распространенности опухолевого процесса с помощью КТ. ИРМ менее 25 позволяет исключить ЗОЯ, для этих пациенток достаточно наблюдения в динамике, но при появлении признаков малигнизации в этой группе, а также всем больным с ИРМ=25–200 рекомендуется провести МРТ для более точной характеристики ОЯ [6].

Точность МРТ в диагностике ДОЯ и ЗОЯ составляет от 88 до 93% [7]. Другие исследователи [8] при сравне-

Таблица 1

Алгоритм расчета индекса риска малигнизации [6]

Параметр	Описание
«У», балл	Количество злокачественных признаков по данным УЗИ
0	Нет признаков злокачественности
1	1 признак злокачественности
3	2 и более признаков злокачественности
«М», балл	Менопаузальный статус пациентки
1	Пременопауза
3	Постменопауза
ИРМ	Вычисление с помощью уравнения: $ИРМ = У \times М \times \text{уровень СА-125}$
>200	Высокий риск → направить в специализированное онкологическое учреждение → стадирование с помощью КТ
25–200	Средний риск → выполнить МРТ для более точной характеристики ОЯ
<25	Низкий риск → данные должны быть повторно перепроверены в первичном лечебном учреждении → если по данным УЗИ отмечаются признаки, подозрительные в отношении злокачественности → рекомендуется дообследование по МРТ

нии двух методов диагностики для характеристики ОЯ получили следующие результаты: МРТ имеет чувствительность 96,6%, специфичность – 83,7%, точность – 88,9%, УЗИ – 100, 39,5 и 63,9% соответственно.

При рутинной МРТ ОЯ основными являются Т1- и Т2-взвешенные изображения (Т1-ВИ и Т2-ВИ) без и с подавлением сигнала от жировой ткани, которые помогают в выявлении геморрагического и жирового компонентов солидных структур, серозного и муцинозного характера содержимого кистозной части ОЯ. Рутинная МРТ эффективна в выявлении ОЯ, хотя не всегда является специфичной [9]. Диффузионно-взвешенные изображения с построением карт измеряемого коэффициента диффузии (ДВИ с ИКД) и динамическая МРТ с контрастным усилением (ДМРТКУ) позволяют повысить специфичность МРТ в оценке ОЯ. Добавление ДВИ с ИКД и ДМРТКУ увеличивает диагностическую точность МРТ на 15–25%, с ростом общей точности такой комплексной МРТ ОЯ до 90–94%, а значит, включение их в протокол МРТ-диагностики ОЯ необходимо [10].

Таблица 2

Изменение сигнала ОЯ при комбинированном использовании Т2-ВИ и ДВИ [11]

Т2-ВИ	b 0	b 1000	ADC	ДВИ «ограничение»	Эффект	Ткань	Диагноз
○	○	●	○	Нет	–	Жидкость	Киста яичника, фолликулярная киста
●	○	○	○	Нет	Эффект просветления на Т2-ВИ	Жидкость	Муцинозная киста
○ ●	○ ●	○	●	Да	–	Солид, геморрагический, муцин, ЗОЯ, ДОЯ	Гематома, геморрагическая киста, ЗОЯ, абсцесс, фиброма с дегенерацией
●	●	●	●	Нет	Эффект затемнения на Т2-ВИ	Фиброз	Лейомиома, фиброма, текома, опухоль Бреннера
●	○ ●	○	○	Да	–	Жир	Дермоидная киста

Примечание. Интенсивность сигналов: ○ – высокий; ● – промежуточный; ● – низкий.

Таблица 3

Сравнение уровня сигнала на ДВИ в четырех группах первичных ОЯ [18]

Тип патологии	Уровень интенсивности сигнала на ДВИ образований яичников				Всего
	низкий	промежуточный	высокий	смешанный	
ПКЯ	12	3	4	3	22
Эндометриоидные кисты	3	–	20	10	33
ДОЯ	6	14	18	5	43
ЗОЯ	1	4	27	10	42
Всего	22	21	69	28	140

При проспективном анализе ДВИ в комбинации с Т2-ВИ показано [11], что солидные компоненты ДОЯ имели низкую интенсивность МР-сигнала на ДВИ и Т2-ВИ, а для ЗОЯ были характерны МР-сигналы средней интенсивности на Т2-ВИ и более высокие – на ДВИ (табл. 2). Согласно обновлённой версии рекомендаций Европейского общества урогенитальной радиологии (2017 г.), при ОЯ неясной природы, по данным УЗИ и КТ, целесообразно включение ДВИ в рутинный протокол МРТ для дифференциальной диагностики ОЯ. Например, ОЯ преимущественно солидной структуры с низким МР-сигналом на Т2-ВИ и ДВИ чаще оказываются доброкачественными независимо от интенсивности накопления МР-контрастного средства (МРКС). Данная методика МРТ повышает диагностическую точность на 15% [12].

По данным S. Mansour et al. [13], анализ ДВИ с ИКД (фактор b=0, 500, 1000 и 1500) 235 пациенток показал, что все ЗОЯ имели высокую интенсивность МР-сигнала, а ДОЯ и пограничные ОЯ – только в 15,2 и 27,7% случаев соответственно (p<0,05). ИКД у ЗОЯ и ДОЯ достоверно не различались (p=0,333), возможно, это связано с высокой плотностью ткани и низким содержанием воды. В целом при оценке ОЯ по данным ДВИ диагностические показатели составили: чувствительность – 93,3%, специфичность – 85,0%, точность – 82,3%, положительные прогностические значения – 88,5%, отрицательные – 94,4%.

При сравнении данных ДВИ и КТ первый метод показал высокую информативность в выявлении ОЯ без введения РКС, что позволяло использовать ДВИ и у пациентов с терминальными стадиями почечной недостаточности [14]. По результатам сравнения «случай–контроль» для оценки диагностического значения КТ и МРТ с ДВИ

в дифференциальной диагностике ОЯ было показано [15], что оба метода можно считать достаточно эффективными для дифференциальной диагностики ОЯ, но второй обладал более высокими диагностическими показателями: точность МРТ с ДВИ – 89,77%, чувствительность – 93,1%, специфичность – 83,3%, тогда как у КТ – 81,82, 84,48 и 76,67% соответственно [15, 16].

Некоторые исследователи считают, что само по себе получение только ДВИ с ИКД не является достаточным в дифференциальной диагностике ЗОЯ и ДОЯ, так как ДВИ с ИКД дают дополнительную информацию только в комплексе с рутинной МРТ [17]. При анализе данных 139 пациенток с патоморфологически подтверждённым диагнозом ОЯ 69 из 140 выявленных образований имели повышенный МР-сигнал на ДВИ при его измерении от всего ОЯ, независимо от типа поражений яичников. Различия в интенсивности МР-сигнала на ДВИ в каждой группе (табл. 3) были статистически значимыми, за исключением эндометриоидных кист и ЗОЯ, потому что у этих ОЯ отмечался высокий МР-сигнал на ДВИ. При этом интенсивность МР-сигнала ДОЯ (за исключением эндометриоидных кист) и ЗОЯ на ДВИ статистически достоверно различалась. Была дополнительно выявлена большая вариабельность значений ИКД: средний ИКД в простых кистах яичников (ПКЯ) был выше, чем в других группах ОЯ, но достоверной разницы на картах ИКД между ними и ДОЯ не было выявлено. Отмечена значительная разница максимальных значений ИКД между ДОЯ и ЗОЯ, хотя среднее значение в этих группах достоверно не отличалось [18].

По результатам метаанализа данных 21 публикации достоверной разницы ИКД ДОЯ и ЗОЯ также не выявлено.

Анализ подгрупп эпителиальных и неэпителиальных ОЯ показал, что значения ИКД были выше в группе эпителиальных ЗОЯ. При сравнении ДОЯ и ЗОЯ более высокое значение ИКД отмечено у ОЯ, имеющих только кистозный компонент, по сравнению с группами кистозно-солидных образований [19].

Только изолированный ИКД все же нельзя считать эффективным в дифференциации ДОЯ и ЗОЯ, так как статистически значимых различий по этому показателю не выявлено, а средние значения ИКД при ЗОЯ и ДОЯ часто перекрываются из-за наличия небольших некротических или кистозных включений в солидном компоненте ЗОЯ и десмопластической реакции стромы или скопления жидкости, находящейся между папиллярными пристеночными компонентами. Снижение среднего значения ИКД в ДОЯ объясняется наличием обильных коллагенообразующих фибробластических клеток и плотной сети коллагеновых волокон во внеклеточном матриксе [20].

Повышение ИКД кистозных компонентов по сравнению с солидными компонентами в ДОЯ и ЗОЯ связано с их пониженной вязкостью. ИКД коррелирует с концентрацией белка жидкого содержимого кист и повышается при наличии геморрагического или муцинозного компонентов [21]. Включение в анализ значений МР-сигнала ДВИ с картой ИКД от всей структуры ОЯ, которая часто содержит кистозный/солидный компоненты, а иногда и сохранившуюся часть яичника, увеличивает варибельность результатов. В целом, чтобы уменьшить вероятность ошибок ДВИ с картами ИКД, следует интерпретировать их только вместе с данными Т1-ВИ и Т2-ВИ. Возможность изолированного применения ДВИ с ИКД в дифференциальной диагностике ДОЯ и ЗОЯ остается дискуссионной [17].

Повысить эффективность МРТ при ОЯ может ДМРТКУ, которая, по данным разных авторов, позволяет увеличить чувствительность МРТ с 70–82 до 77–84%, а специфичность – с 87–98 до 94–99% [22]. При ретроспективном анализе диагностической эффективности ДМРТКУ у 41 пациентки с РЯ оказались значимыми следующие фармакокинетические параметры после в/в введения МРКС: максимальная амплитуда изменения МР-сигнала или амплитуда усиления (АУ), время достижения 1/2 амплитуды увеличения сигнала ($T_{max,1/2}$), максимальный наклон кривой (МНК) зависимости МР-сигнала от времени. АУ была достоверно выше у ЗОЯ по сравнению с ДОЯ ($p < 0,001$) и пограничными ОЯ ($p < 0,05$). $T_{max,1/2}$ было большим у ДОЯ по сравнению с пограничными ОЯ ($p < 0,05$) и ЗОЯ ($p < 0,01$). МНК имел достоверно большее значение у ЗОЯ по сравнению с ДОЯ ($p < 0,001$) и пограничными ОЯ ($p < 0,001$). Индекс охвата пероцитов оказался ниже у ЗОЯ, чем у пограничных ОЯ ($p < 0,05$) и ДОЯ ($p < 0,05$). Иммуногистохимическая экспрессия РСЭФР-2 при ЗОЯ была сильнее, чем при ДОЯ и пограничных ОЯ ($p < 0,05$). ДМРТКУ в комплексе с исследованием опухолевого ангиогенного статуса надежнее различает пограничные ОЯ и ЗОЯ, выявляет ЗОЯ на ранних стадиях [23].

ДМРТКУ до операции у 37 пациенток с РЯ [24] также показала активное накопление МРКС при РЯ по сравнению с неизменной тканью миометрия. В качестве данных фармакокинетического анализа использовали от-

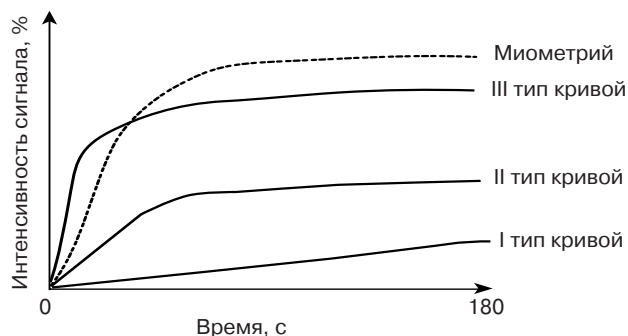


Рис. 1. График кривой интенсивности МР-сигнала

ношения АУ, T_{max} , МНК к начальной площади под кривой в течение первых 60 с после в/в введения МРКС (НППК60с) в тканях ЗОЯ и миометрия (АУс, T_{max} с, МНКс и НППК60с соответственно). НППК60с была наиболее важным критерием для дифференциации ДОЯ и пограничных ОЯ с ЗОЯ, у которых этот показатель был достоверно выше. Комбинация МНКс и НППК60с позволяет разработать решающее правило дифференциальной диагностики ОЯ с уровнем точности более 81%. Были определены три основных типа динамических кривых зависимости МР-сигнала от времени при ДМРТКУ (рис. 1).

На рисунке 2 [26] представлен I тип динамической кривой, с постепенным медленным повышением интенсивности МР-сигнала после в/в введения МРКС, что чаще характерно для ДОЯ.

На рисунке 3 [26] представлена динамическая кривая II типа, с постепенным умеренным повышением (ниже, чем III тип, и выше, чем I тип динамической кривой) после в/в введения МРКС.

На рисунке 4 [26] представлена динамическая кривая III типа, с быстрым и активным ростом и последующим медленным спадом или формированием плато, что специфично для ЗОЯ [12].

Рандомизированное исследование с анализом данных ДМРТКУ 102 пациенток с ОЯ с сопоставлением трех типов кривых зависимости интенсивности МР-сигнала от времени и трех полуколичественных параметров (АУ, МНК и T_{max}) [26] показало, что 59 (83%) из 71 ЗОЯ имели динамические кривые III типа, 9 (56%) из 16 пограничных ОЯ – II тип кривой, а у 10 (67%) из 15 ДОЯ кривая была I типа, со статистически значимой разницей между ЗОЯ и ДОЯ ($p < 0,001$) и между ЗОЯ и пограничными ОЯ ($p < 0,001$). МНК у ЗОЯ был выше, чем у ДОЯ ($p < 0,001$, $p = 0,013$). T_{max} было меньше при ЗОЯ, чем при ДОЯ ($p < 0,001$). Аналогичные изменения были выявлены для T_{max} пограничных ОЯ по сравнению с ДОЯ ($p = 0,007$).

При поиске различий между пограничными ОЯ и ЗОЯ, пограничными ОЯ и ДОЯ типы кривых ДМРТКУ сами по себе были менее эффективны. Для повышения точности диагностики необходимо использовать комбинацию типа кривых и параметров полуколичественного анализа зависимости изменения МР-сигнала от времени после в/в введения МРКС [27]. При этом АУ, по данным одних авторов [28], оказалась выше у ЗОЯ, чем у пограничных ОЯ или ДОЯ, а у других – АУ ЗОЯ была несколько ниже, чем у пограничных ОЯ, но превышала таковую у ДОЯ ($p > 0,05$) [23]. Пограничные ОЯ сложно



Рис. 2. МРТ малого таза (а). Фиброма левого яичника. На аксиальном T2-ВИ с подавлением сигнала от жира в левом яичнике определяется объёмное образование (белые стрелки) солидной структуры. После введения МРКС на T1-ВИ с подавлением сигнала от жира (б) отмечается менее активное накопление МРКС образованием (темно-серый ROI) по сравнению с неизменным миометрием (белый ROI). Образованию соответствует I тип динамической кривой (в)



Рис. 3. МРТ малого таза (а). Серомуцинозное пограничное ОЯ. На аксиальном T2-ВИ с подавлением сигнала от жира в правом яичнике отмечается объёмное образование с пристеночным компонентом (белые стрелки). После введения МРКС на T1-ВИ с подавлением сигнала от жира (б) визуализируется постепенное накопление МРКС пристеночным компонентом по сравнению с неизменным миометрием (белый ROI). Пристеночному компоненту соответствует II тип кривой (в)



Рис. 4. МРТ малого таза (а). Серозная аденокарцинома яичников. На аксиальном T2-ВИ с подавлением сигнала от жира в обоих яичниках отмечаются объёмные образования (белые стрелки) с перитонеальными депозитами (черные стрелки) и асцитом. После введения МРКС на T1-ВИ с подавлением сигнала от жира (б) отмечается активное накопление МРКС солидным компонентом (темно-серый ROI) по сравнению с неизменным миометрием (белый ROI). Сольному компоненту соответствует III тип кривой (в)

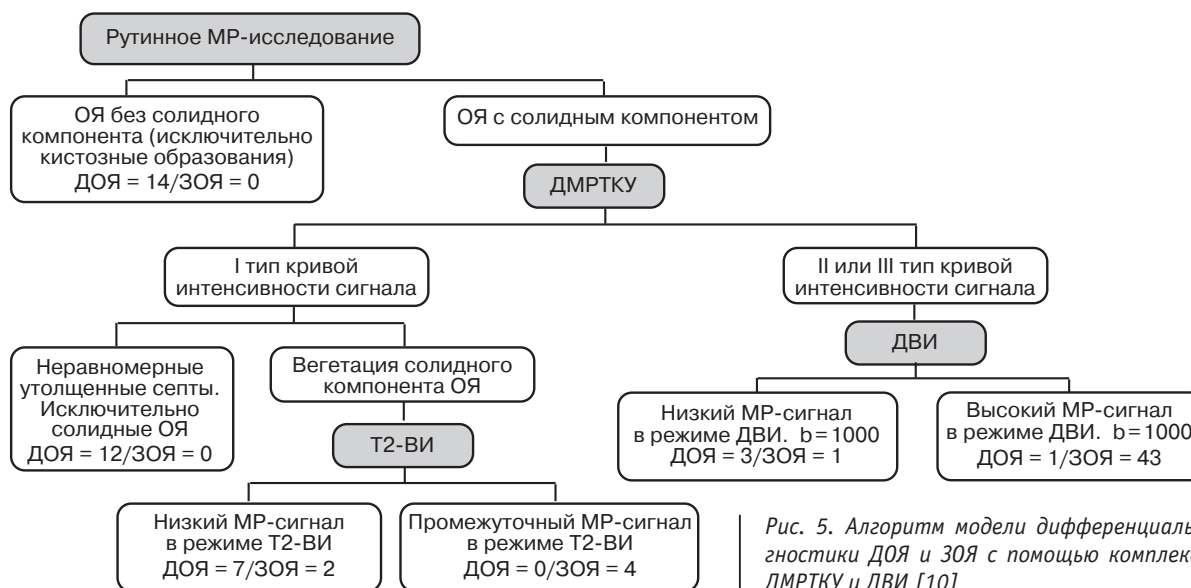


Рис. 5. Алгоритм модели дифференциальной диагностики ДОЯ и 3ОЯ с помощью комплекса T2-ВИ, ДМРТКУ и ДВИ [10]

попарно дифференцировать и от ДОЯ, и от 3ОЯ, хотя типы кривых все же имели значительную разницу у 3ОЯ и пограничных ОЯ с чувствительностью 83%, специфичностью 75% и точностью 82%. Это, возможно, объясняется неоднородностью пограничных ОЯ за счет наличия в этой группе ОЯ в разные фазы развития. Таким образом, полуколичественный анализ данных ДМРТКУ эффективен для дифференциальной диагностики ДОЯ и 3ОЯ, но не позволяет надежно различать 3ОЯ и пограничные ОЯ, как и пограничные ОЯ и ДОЯ [26].

При ретроспективном сравнении МРТ с ДВИ и ДМРТКУ с обычной МРТ (у 87 пациенток с ОЯ) тремя радиологами было показано, что критериями злокачественной природы ОЯ могут считаться: III тип кривой зависимости интенсивности МР-сигнала от времени после введения МРКС, наличие высокой интенсивности МР-сигнала в солидном компоненте 3ОЯ на ДВИ (b=1000), неоднородная структура солидного компонента 3ОЯ с промежуточным МР-сигналом на T2-ВИ, выявление двухстороннего поражения яичников, асцит и перитонеальные отсеки. ДОЯ чаще были обычными кистами или солидными ОЯ с низким МР-сигналом на T2-ВИ и на ДВИ (b=1000) и I типом кривой при ДМРТКУ. ОЯ с III типом динамической кривой независимо от интенсивности МР-сигнала на T2-ВИ и ДВИ (b=1000) рассматривались как 3ОЯ. Наличие солидного компонента в ОЯ с гипоинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ и ДВИ независимо от типа кривой интенсивности МР-сигнала от времени при ДМРТКУ интерпретировали как ДОЯ. Критерии, использованные для дифференциальной диагностики ОЯ (присутствие солидного компонента, утолщенные перегородки, пристеночные папиллярные разрастания, гиперинтенсивный МР-сигнал солидного компонента образования на ДВИ (b=1000), тип кривых интенсивности сигнала при ДМРТКУ), оказались эффективными в модели рекурсивного разделения ДОЯ и 3ОЯ (рис. 5) [12].

Комплексная МРТ позволяет отнести к доброкачественным ОЯ, которые по данным рутинной МРТ были ложно диагностированы как 3ОЯ, что является серьезной проблемой в клинике и приводит к выбору неадекватных стратегий и тактики лечения [29].

МРТ широко применяется в диагностике заболеваний органов малого таза, включая ОЯ, однако отсутствие стандартизации проведения МРТ и формирования заключения снижает ее диагностическую значимость. Для решения этой проблемы была предложена Adnexa MR Scoring System (AMRSS) – система формализованной оценки риска злокачественности ОЯ на основе данных МРТ. AMRSS разработана и протестирована на результатах МРТ 394 пациенток. Два радиолога оценивали МР-томограммы малого таза без данных УЗИ, зная только возраст женщин. При множественных ОЯ радиологи оценивали каждое отдельно. Критерии анализа ОЯ по данным МРТ в системе AMRSS [7]:

- 1) просто кистозные ОЯ без каких-либо пристеночных папиллярных разрастаний и активного накопления МРКС, вероятнее всего, соответствуют однокамерным кистам яичников или гидросальпинксу;
- 2) эндометриодные кисты, для которых характерна инверсия МР-сигнала (высокий на T1-ВИ и низкий – на T2-ВИ), без каких-либо солидных компонентов;
- 3) дермоидные кисты, чаще всего имеющие высокий МР-сигнал на T1-ВИ и низкий – на T2-ВИ с подавлением сигнала от жира;
- 4) наличие солидного компонента, пристеночных папиллярных разрастаний и неровных утолщенных перегородок ОЯ с низким или промежуточным МР-сигналом по отношению к миометрию на T2-ВИ и ДВИ (b=1000) (по сравнению с МР-сигналом мочи в мочевом пузыре или спинномозговой жидкости);
- 5) три основных типа накопления МРКС при ДМРТКУ, с сопоставлением кривых зависимости МР-сигнала от времени после введения МРКС для солидного компонента ОЯ и неизмененной ткани миометрия;
- 6) наличие или отсутствие свободной жидкости и перитонеальных опухолевых отсеков.

Анализ вышеперечисленных МРТ-критериев позволил создать систему AMRSS, в которой каждому отдельному критерию МР-изображения соответствует свой положительный результат предсказания диагностической значимости злокачественности (ПДЗЗ). По аналогии с системой BI-RADS для опухолей молочных

Категории ADNEX MR [7]

Категория ADNEX MR	Критерии
1-я (ОЯ не выявлено)	ОЯ не выявлено
2-я (ДОЯ)	Исключительно кистозные ОЯ, эндометриоидные и дермоидные кисты. Отсутствие накопления МРКС стенками образований. Низкий МР-сигнал в режимах ДВИ (b=1000) и T2-ВИ солидного компонента ОЯ
3-я (возможно ДОЯ)	Отсутствие солидного компонента в ОЯ. I тип кривой интенсивности сигнала в солидном компоненте ОЯ
4-я (неопределенной природы ОЯ)	II тип кривой интенсивности сигнала в солидном компоненте ОЯ
5-я (возможно ЗОЯ)	Перитонеальные опухолевые отсевы и III тип кривой интенсивности сигнала

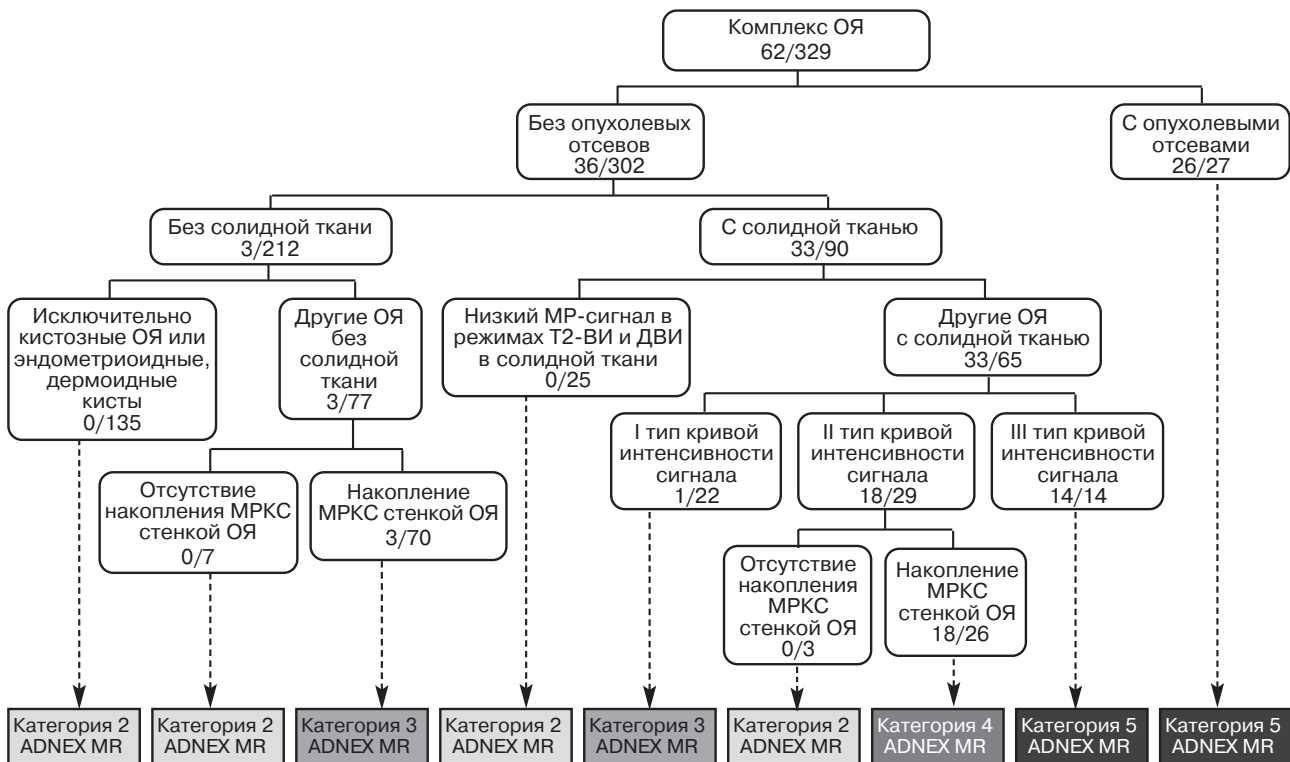


Рис. 6. Adnexa MR scoring system [7]

желез в AMRSS включены следующие пять категорий ADNEX MR (табл. 4, рис. 6) [7]:

- 1-я категория – не выявлено никаких ОЯ;
- 2-я категория – выявлены ДОЯ с ПДЗЗ 0;
- 3-я категория – выявлены, вероятнее всего, ДОЯ с ПДЗЗ менее 0,1;
- 4-я категория – выявлены ОЯ неясной природы с ПДЗЗ 0,1–10,0;
- 5-я категория – выявлены, вероятнее всего, ЗОЯ с ПДЗЗ более 10,0.

Все МРТ-критерии рассматривали как дискриминирующие в диагностике ЗОЯ, кроме следующих четырех критериев [7]: 1) двустороннее поражение ($p=0,07$); 2) неровные неуголщенные перегородки ($p=0,94$); 3) II тип кривой при ДМРТКУ ($p=0,42$); 4) наличие свободной жидкости ($p=0,006$). Наиболее важными критериями при положительном прогнозировании ЗОЯ были: 1) III тип кривой ДМРТКУ (ПДЗЗ = ∞); 2) перитонеальные опухолевые отсевы (диссеминация по брюшине?) (ПДЗЗ=111,97); 3) утолщенные неровные перегородки

(ПДЗЗ=9,83) [7]. При прогнозировании ДОЯ наиболее важными критериями были: 1) простые кистозные образования (ПДЗЗ=0); 2) эндометриоидные кисты без дополнительного компонента (ПДЗЗ=0); 3) кистозные образования с жировыми включениями (ПДЗЗ=0); 4) ОЯ с солидными компонентами с низким МР-сигналом в режимах T2-ВИ и ДВИ ($b=1000$) (ПДЗЗ=0); 5) I тип кривой ДМРТКУ солидного компонента ОЯ (ПДЗЗ=0,02); 6) отсутствие солидного компонента ОЯ (ПДЗЗ=0,08) [8].

На базе системы AMRSS было проведено проспективное исследование 200 пациенток (237 ОЯ) с упрощенным протоколом ДМРТКУ (с низким временным разрешением в 30, 60, 90, 120 и 150 с при высоком пространственном разрешении), в ходе которого два радиолога анализировали категории ADNEX MR по следующим пяти барьерным критериям [29]:

- отсутствие ОЯ;
- ДОЯ – исключительно кистозные образования, без накопления МРКС стенками кисты, эндометриоидные и дермоидные кисты, солидные компоненты ОЯ с низ-

Таблица 5

Распределение ОЯ по категориям ADNEX MR [29]

ADNEX MR	Доброкачественные опухоли яичников	Злокачественные опухоли яичников
Категория 1	4 (2,5%)	0
Категория 2	123 (77,9%)	0
Категория 3	27 (17,1%)	4 (5,1%)
Категория 4	4 (2,5%)	21 (26,6%)
Категория 5	0	54 (68,3%)
Всего	158 (100%)	79 (100%)

ким МР-сигналом на T2-ВИ и ДВИ или со II типом кривой накопления МРКС либо отсутствием такого накопления;

– возможно ДОЯ – кистозные ОЯ с накоплением МРКС стенками образования или наличием солидных компонентов с I типом кривой накопления МРКС (см. рис. 2);

– ОЯ неопределенной природы – с солидными компонентами или стенками со II типом кривой накопления МРКС;

– возможно ЗОЯ – ОЯ с III типом кривых накопления МРКС (см. рис. 3) и наличием перитонеальных опухолевых отсеков [29].

Показатели эффективности AMRSS на основе упрощенного протокола MPT представлены в таблице 5. Для ЗОЯ чувствительность составила 94,9%, точность – 96,62%. Прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов – 94,8 и 97,4% соответственно [29]. Таким образом, AMRSS показала достаточную эффективность при оценке вероятности ЗОЯ. AMRSS формализует и упрощает общение радиолога с клиницистами, влияет на выбор профиля клиники, в которую необходимо направить пациентку с ОЯ, а также помогает определиться с объемом хирургического вмешательства.

Ограничениями системы AMRSS являются определение категории дермоидных кист с компонентами, активно накапливающими МРКС, и оценка риска малигнизации тератом без жировых включений. Частота встречаемости таких ОЯ не превышает 15% от всех зрелых кистозных тератом, но их дифференциальная МР-

диагностика не ясна. Такие ОЯ лучше рассматривать как потенциальные ЗОЯ и направлять пациенток с ними в специализированные онкологические клиники.

Необходимо отметить, что за последние 5 лет в отечественной литературе появились единичные научные работы по диагностике ОЯ с помощью динамической МРТ с контрастным усилением [30]. Также А.Е. Солоповой и др. [31] были рассмотрены возможности ДВИ МРТ в дифференциальной диагностике ОЯ и выявлении рецидивного заболевания рака яичников.

Таким образом, надежная дифференциальная диагностика ОЯ возможна при комплексном анализе данных клинико-лабораторных и инструментальных методов исследования, среди которых наиболее важную роль играют комплексная МРТ с ДВИ и ИКД и ДМРТКУ.

Литература [References]

1. Wanqing Chen, Rongshou Zheng, Peter P.D., Zhang S., Zeng H., Bray F. et al. Cancer statistics in China, 2015. *CA Cancer J. Clin.* 2016; 66: 115–32. DOI: 10.3322/caac.21338
2. Fang Wang, Yanfen Ye, Xia Xu, Xuehui Zhou, Jinhua Wang, Xiaoxiang Chen. CA-125-indicated asymptomatic relapse confers survival benefit to ovarian cancer patients who underwent secondary cytoreduction surgery. *J. Ovarian. Res.* 2013; 6; 14. DOI: 10.1186/1757-2215-6-14
3. Bast R.C., Badgwell D., Lu Z., Marquez R., Rosen D., Liu J.S. et al. New tumor markers: CA 125 and beyond. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2005; 15 (Suppl. 3): 274–81. DOI: 10.1111/j.1525-1438.2005.00441
4. Coccia M.E., Rizzello F., Romanelli Ch., Capezuoli T. Adnexal masses: what is the role of ultrasonographic imaging? *Arch. Gynecol. Obstet.* 2014; 290: 843–54. DOI: 10.1007/s00404-014-3327-0
5. Foti P.V., Attina G., Spadola S., Caltabiano R., Forina R., Palmucci S., Ettore G.C. MR imaging of ovarian masses: classification and differential diagnosis. *Insights Imaging.* 2016; 7 (1): 21–41. DOI: 10.1007/s13244-015-0455-4
6. Mohaghegh P., Rockall A.G. Imaging strategy for early ovarian cancer: characterization of adnexal masses with conventional and advanced imaging techniques. *RadioGraphics.* 2012; 32 (6): 1751–73. DOI: 10.1148/rg.326125520
7. Palmeiro M.M., Cunha T.M. MRI Classification of the Sonographically Indetermined Adnexal Lesion. *Acta Radiol. Portug. Maio-Agosto.* 2016; XXVIII (108): 37–47.
8. Sohaib S.A., Mills T.D., Sahdev A., Webb J.A., Jacobs I.J., Reznick R.H. The role of magnetic resonance imaging and ultrasound in patients with adnexal masses. *Royal Coll. Radiol. Clin. Radiol.* 2005; 60: 340–8. DOI: 10.1016/j.crad.2004.09.007
9. Foti P.V., Milone P., Caltabiano R. MR imaging of ovarian masses: classification and differential diagnosis. *Insights Imaging.* 2016; 7 (1): 21–41. DOI: 10.1007/s13244-015-0455-4
10. Thomassin-Naggara I., Toussaint I., Perrot N., Rouzier R., Bazot M., Daraï E. Characterization of complex adnexal masses: value of adding perfusion- and diffusion-weighted MR imaging to conventional MR imaging. *Radiology.* 2011; 258 (3): 793–803. DOI: 10.1148/radiol.10100751
11. Thomassin-Naggara I., Daraï E., Cuenod Ch.A., Fournier L.S. Contribution of diffusion-weighted MR imaging for predicting benignity of complex adnexal masses. *Eur. Soc. Radiol.* 2009. DOI: 10.1007/s00330-009-1299-4
12. Forstner R., Thomassin-Naggara I., Cunha T.N., Kinkel K., Masselli G., Spencer J.A., Rockall A. ESUR recommendations for MR omaging of the sonographically indeterminate adnexal mass: an update. *Eur. Radiol.* 2017; 27 (Issue 6): 2248–57. DOI: 10.1007/soo330-016-4600-3
13. Mansour S., Wessam R., Raafat M. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the assessment of ovarian masses with suspicious features: strengths and challenges Radiology Department (Women's Imaging Unit). Cairo: Kasr El Ainy Hospital, Cairo University, Egypt; 2015.
14. Vargas H.A., Barrett T., Sala E. MRI of ovarian masses. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2013; 37 (2): 265–81. DOI: 10.1002/jmri.23721
15. Fan X., Zhang H., Meng S., Zhang J., Zhang C. Role of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in differentiating malignancies from benign ovarian tumors. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015; 8 (11): 19928–37. PMID 26884905
16. Bekiesinska-Figatowska M., Bragoszewska H., Uliasz M., Ceran A., Olzewski A. Magnetic resonance imaging as a diagnostic tool in case of ovarian masses in girls and young women. *Med. Sci. Monit.* 2007; 13 (1): 116–20. DOI: 10.12659/PJR.900071
17. Fujii S., Kakite S., Nishihara K., Nishihara K., Kanasaki Y., Harada T., Ogawa T. Diagnostic accuracy of diffusion-weighted imaging in differentiating benign from malignant ovarian lesions. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2008; 28 (5): 1149–56. DOI: 10.1002/jmri.21575

18. Zhang H., Zhang G.F., He Z.Y., Li Z.Y., Zhu M., Zhang G.X. Evaluation of primary adnexal masses by 3T MRI: categorization with conventional MR imaging and diffusion-weighted imaging. *J. Ovarian. Res.* 2012; 5 (1): 33. DOI: 10.1186/1757-2215-5-33
19. Hyun-Jung Kim, So-Yeon Lee, Shin Y.R., Park S.C., Kim K. The value of diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of ovarian lesions: a meta-analysis. *PLoS ONE.* 2016; 11 (2): e0149465. DOI: 10.1371/journal.pone.0149465
20. Yamashita Y., Tang Y., Takahashi M. Ultrafast MR imaging of the abdomen: echo planar imaging and diffusion-weighted imaging. *J. Magn. Reson. Imag.* DOI: 10.1002/jmri.1880080216
21. Takao Moteki, Hiroyuki Horikoshi, Keigo Endo. Relationship between apparent diffusion coefficient and signal intensity in endometrial and other pelvic cysts. *Magn. Reson. Imaging.* 2002; 20 (6): 463–70. PMID 12361793
22. Forstner R., Meissnitzer M.W., Schlattau A., Spencer J.A. MRI in ovarian cancer. *Imaging Med.* 2012; 4 (1): 59–75.
23. Thomassin-Naggara I., Bazot M., Daraï E., Callard P., Cuenod C.A. Epithelial ovarian tumors: value of dynamic contrast-enhanced MR imaging and correlation with tumor angiogenesis. *RSNA.* 2008. DOI: 10.1148/radiol.2481071120
24. Thomassin-Naggara I., Daraï E., Cuenod C.A., Rouzier R., Callard P., Bazot M. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging: a useful tool for characterizing ovarian epithelial tumors. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2008; 28 (1): 111–20. DOI: 10.1002/jmri.21377
25. Thomassin-Naggara I., Balvay D., Rockall A., Carette M.F. Added value of assessing adnexal masses with advanced MRI techniques. *BioMed Research International.* 2015; 2015. Article ID 785206. DOI: 10.1155/2015/785206
26. Hai-Ming Li, Jin-Wei Qiang, Ma F.H., Zhao S.H. The value of dynamic contrast-enhanced MRI in characterizing complex ovarian tumors. *J. Ovarian Research.* 2017; 10: 4. DOI: 10.1186/s13048-017-0302-y
27. O'Connor J.P., Jackson A., Parker G.J.M., Jayson G.C. DCE-MRI biomarkers in the clinical evaluation of antiangiogenic and vascular disrupting agents. *Br. J. Cancer.* 2007; 96 (2): 189–95. DOI: 10.1038/s/bjc.6603515
28. Goff B.A., Agrew K., Gray H.J., Liao J.B., Urban R.R. A symptom index, CA125 and HE4 (triple screen) to detect ovarian cancer in women with a pelvic mass. *Gynecol. Oncol.* 2017; 147 (2): 291–5. DOI: 10.1016/j.ygyno.2017.08.020
29. Pereira P.N., Sarian L.O., Yoshida A., Barros R.H.O., Derchain S. Accuracy of the ADNEX MR scoring system based on a simplified MRI protocol for the assessment of adnexal masses. *Diagn. Interv. Radiol.* 2018; 24 (2): 63–71. DOI: 10.5152/dir.2018.17378
30. Рубцова Н.А., Новикова Е.Г., Сыченкова И.Ю. Современные возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике рака яичников. *Исследования и практика в медицине.* 2017; 4 (1): 40–8. DOI: 10.17709/2409-2231-2017-4-1-5
[Rubtsova N.A., Novikova E.G., Sychenkova I.Yu. Current possibilities of magnetic-resonance imaging in detection of ovarian cancer. *Research'n Practical Medicine Journal.* 2017; 4 (1): 40–8 (in Russ.). DOI: 10.17709/2409-2231-2017-4-1-5]
31. Солопова А.Е., Чашин А.А., Солопова А.Г., Макацария А.Д. Современные взгляды на патогенез и возможности диагностики эпителиального рака яичников. *Акушерство, гинекология и репродукция.* 2016; 10 (1): 75–83. DOI: 10.17749/2313-7347.2015.10.1.075-083
[Solopova A.E., Chashchin A.A., Solopova A.G., Makatsariya A.D. Current opinions concerning the pathogenesis of epithelial ovarian cancer and new diagnostic approaches to the disease. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction.* 2016; 10 (1): 75–83 (in Russ.). DOI: 10.17749/2313-7347.2015.10.1.075-083]

Сведения об авторах | Information about the authors

Олимов Бехруз Парвизович*, аспирант, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-3532-8201

E-mail: AlimovBP90@gmail.com

Коссов Филипп Андреевич, аспирант, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-3459-8832

Стрельцова Ольга Николаевна, к. м. н., врач-рентгенолог, НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-9097-0267

Панов Вадим Олегович, к. м. н., доцент кафедры радиологии и рентгенологии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; вед. науч. сотр., НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0001-7534-4818

Паниченко Игорь Валерьянович, д. м. н., НИИ клинической онкологии им. Н.Н. Трапезникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-8467-6942

Буйденко Юрий Владимирович, д. м. н., профессор, вед. науч. сотр., НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0002-0480-8467

Тюрин Игорь Евгеньевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой радиологии и рентгенологии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; вед. науч. сотр., НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; orcid.org/0000-0003-3931-1431

Bekhruz P. Olimov*, Postgraduate, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-3532-8201

E-mail: AlimovBP90@gmail.com

Filipp A. Kossov, Postgraduate, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-3459-8832

Ol'ga N. Strel'tsova, Cand. Med. Sc., Radiologist, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-9097-0267

Vadim O. Panov, Cand. Med. Sc., Associate Professor of Chair of Radiology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; Leading Researcher, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0001-7534-4818

Igor' V. Panichenko, Dr. Med. Sc., N.N. Trapeznikov Clinical Oncology Research Institute, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-8467-6942

Yuriy V. Buydenok, Dr. Med. Sc., Professor, Leading Researcher, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0002-0480-8467

Igor' E. Tyurin, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Radiology Chair, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation; Leading Researcher, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of the Russian Federation; orcid.org/0000-0003-3931-1431